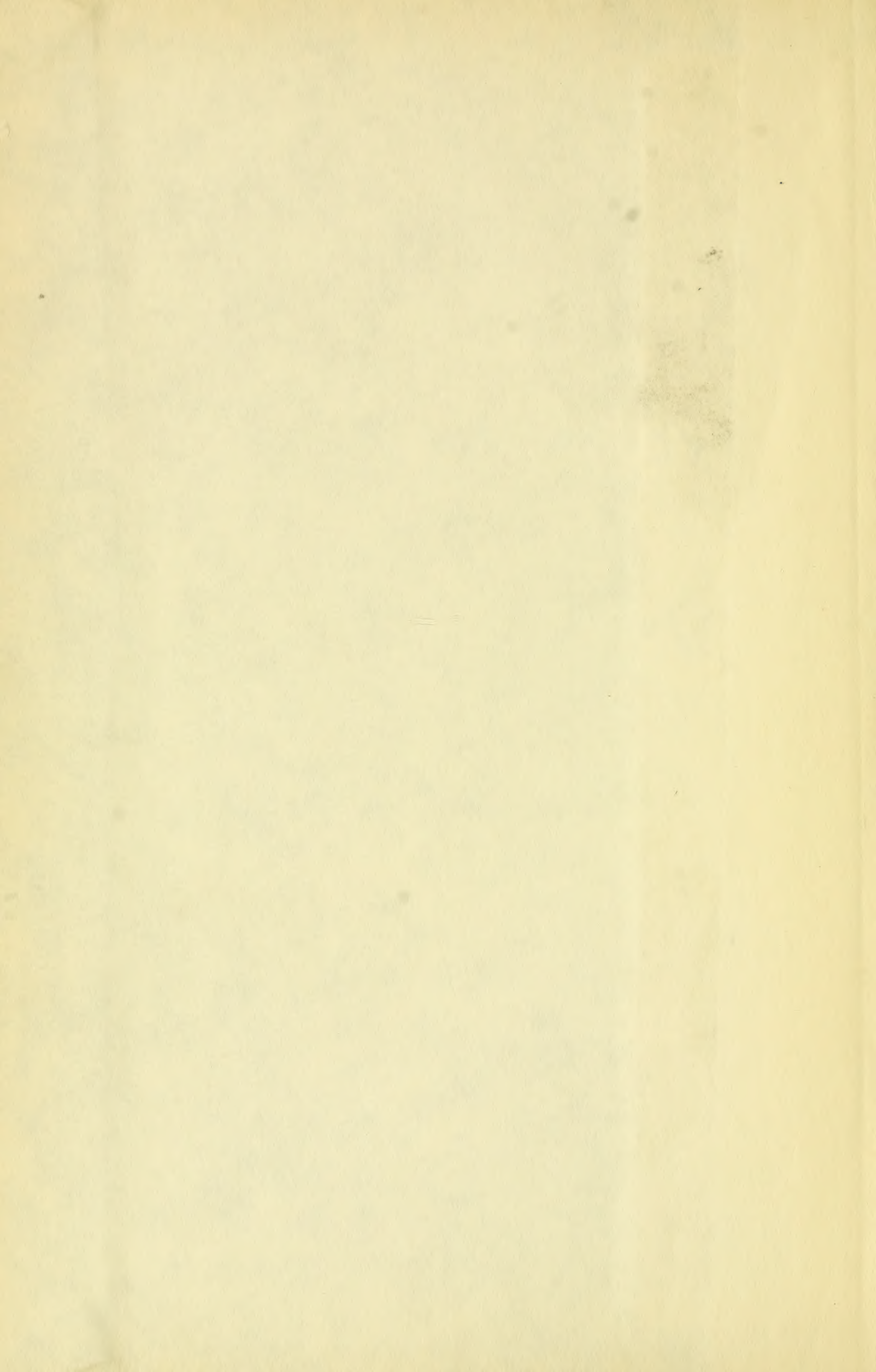


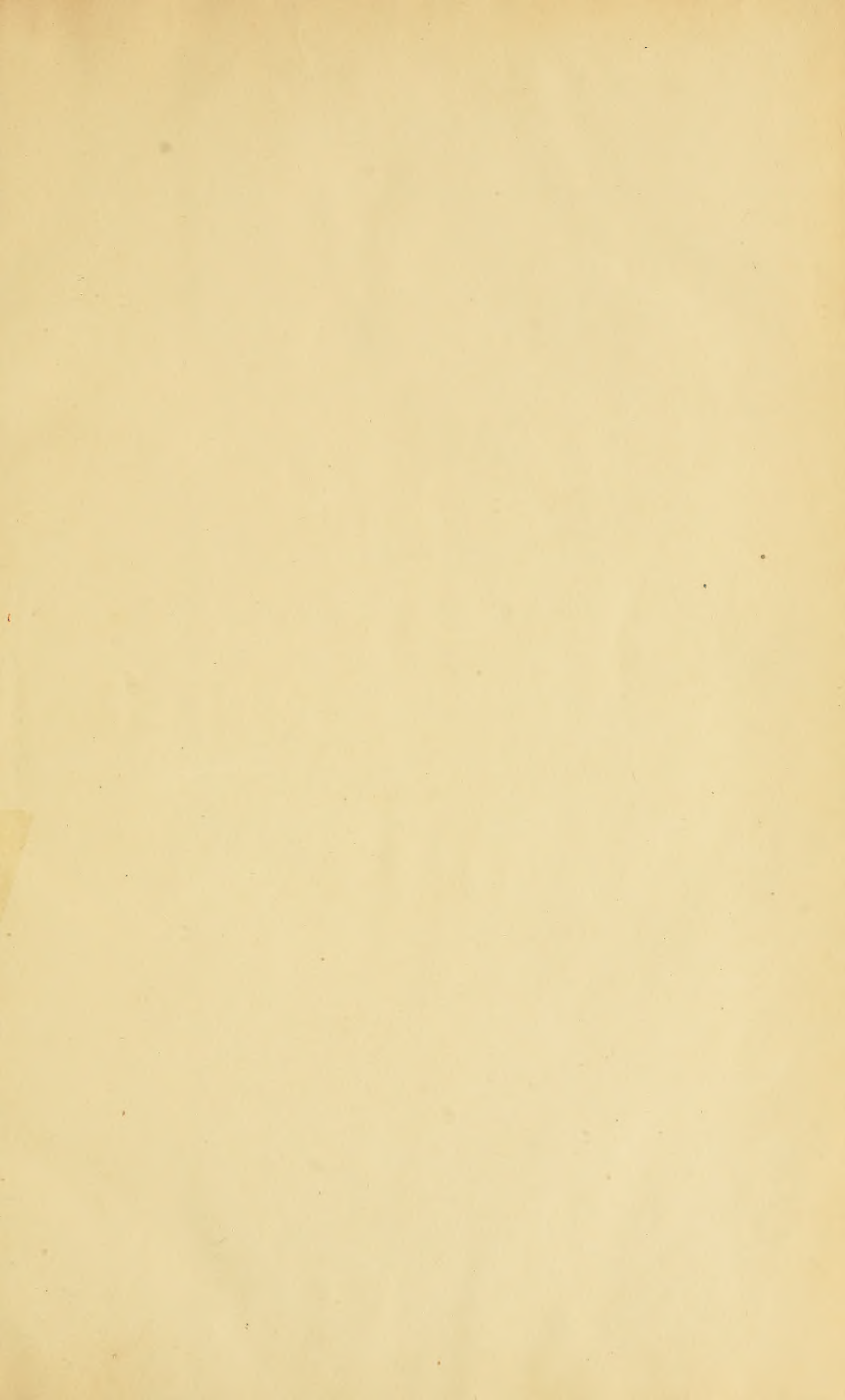


















Dr. H. G. BRONN'S
Klassen und Ordnungen
des
THIER-REICHS,
wissenschaftlich dargestellt
in Wort und Bild.

Zweiter Band. Dritte Abtheilung.

Echinodermen (Stachelhäuter.)

Begonnen von

Dr. **Hubert Ludwig,**
Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Bonn.

Fortgesetzt von

Professor Dr. **Otto Hamann**
in Berlin.

II. Buch. Die Seesterne.

Mit 12 Tafeln sowie 13 Figuren im Text.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1899.



Inhaltsverzeichniss des zweiten Buches.

(Text S. 461—622 von Ludwig, S. 623 bis Ende von Hamann.)



Druckfehler-Berichtigung.

S. 656 Zeile 10 von oben statt *multiformis* . . . *multifora.*

S. 684 Zeile 7 von oben statt *basilia* . . . *basilica.*

S. 701 Zeile 3 von unten statt *militaris* . . . *miliaris.*

S. 701 Zeile 3 von unten statt *multifera* . . . *multifora.*

In der Erklärung zu Tafel IX ist nachzutragen: Fig. 11. Epithelmuskelzellen aus der Leibeshöhle einer Larve von *Asterina gibbosa* (Mac Bride).



Dr. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abtheilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Bearbeitet von

Dr. H. Ludwig,
Professor in Bonn.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

17. u. 18. Lieferung.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1894.



II.*) Klasse.

Asteroidea, Seesterne.

In der Richtung der senkrecht stehenden Hauptaxe mehr oder weniger niedergedrückte, sternförmige bis fünfeckige Stachelhäuter, deren meist ziemlich breite und abgeflachte, kurze oder lange, stets einfache Arme in der Regel allmählich in den mehr oder weniger scheibenförmigen Körper übergehen, sowohl Blindsäcke des Darmes als auch Verlängerungen der Geschlechtsorgane umschliessen und an ihrer unteren Seite eine innere Doppelreihe von Wirbelstücken besitzen, die bei allen lebenden Arten paarweise angeordnet sind; Haut mit regelmässig angeordneten, oft bestachelten Kalkplatten; Mund am unteren Ende der Hauptaxe gelegen, nicht von besonderen Fühlern umstellt; After annähernd am oberen Ende der Hauptaxe, nicht immer vorhanden; Füsschen stets vorhanden und auf eine an der Unterseite der Arme verlaufende, bis zum Munde reichende, offene Längsrinne (Ambulacralfurche) beschränkt; äussere Madreporenplatte vorhanden, in der Regel in der Einzahl, bei den lebenden Arten stets an der Oberseite des scheibenförmigen Rumpfes.

Allgemeiner Ueberblick.

Der fünfstrahlige Bauplan wird durch die Zahl und die gleiche Gestaltung der Arme zu deutlichem Ausdrucke gebracht. Indessen giebt es auch Seesterne, deren Armzahl mehr als fünf beträgt. Geht man von sternförmigen Arten aus, so kann man auf Grund der äusseren Betrachtung und zum Theil auch hinsichtlich der inneren Gestaltung den als Scheibe bezeichneten centralen Bezirk des Körpers als eine Vereinigung der der

---

*) Diese Reihenfolge der Klassen ist nur durch äussere Zweckmässigkeitsgründe bedingt und soll keinen Hinweis auf die verwandtschaftlichen Beziehungen der Klassen zu einander andeuten, auf welche erst im letzten Buche dieses Werkes eingegangen werden kann.

Hauptaxe zunächst gelegenen Armabschnitte ansehen. Die frei aus der Scheibe hervortretenden Armabschnitte, die man dann wohl auch als Arme im engeren Sinne bezeichnet, erscheinen verhältnissmässig um so länger, je kürzer der in die Scheibe eingetretene Abschnitt ist, und umgekehrt nimmt ihre relative Länge in demselben Maasse ab, in welchem die in der Scheibe vereinigten Abschnitte an Länge zunehmen. Der erste Fall führt in seiner höchsten Steigerung zu einem Gesammtaussehen, welches an das der Schlangensterne erinnert, während der andere Fall zu einer schliesslich rein pentagonalen Körperform hinleitet, an der sich Arme in dem vorhin angegebenen engeren Sinne kaum noch unterscheiden lassen. Legt man dagegen derartige fünfeckige statt der sternförmigen Formen der Betrachtung zu Grunde, so kann man die freien Arme als Ausbuchtungen oder Verlängerungen an den Ecken eines ursprünglich pentagonalen Körpers ansprechen. Bei beiden Betrachtungsweisen, ob man also von sternförmigen oder fünfeckigen Arten ausgeht, handelt es sich um eine Zusammensetzung des ganzen Thieres aus fünf congruenten, im Umkreis seiner Hauptaxe angeordneten Theilstücken. Nennen wir jedes derartige Theilstück ein Antimer, so bezeichnen wir damit dasselbe, was wir bisher Arm im weiteren Sinne nannten.

Eine für alle Fälle zutreffende Grenze zwischen dem Scheibenabschnitt und dem freien Armabschnitt eines jeden Antimers lässt sich nur künstlich ziehen. Verbindet man nämlich an fünfeckigen Arten die Mitten ihrer Seiten oder an den sternförmigen Arten die Punkte, in welchen die freien Arme zusammenstossen, durch gerade Linien, so erhält man ein Fünfeck, dessen Seiten die künstlichen Grenzlinien zwischen den Scheibenabschnitten und den freien Armabschnitten der Antimeren darstellen. Die Grenzlinien zwischen den Scheibenabschnitten der Antimeren bestimmen die interradialen Richtungen, während die radialen Richtungen durch die Linien bestimmt sind, welche die Hauptaxe mit dem äussersten Punkte der Antimeren verbinden. Die durch diese interradialen und radialen Linien und die Hauptaxe gelegten Ebenen sind die interradialen und radialen Hauptebenen. Für sich betrachtet weist jedes Antimer einen bilateral-symmetrischen Bau auf, dessen Medianebene mit der zu demselben Antimer gehörigen radialen Hauptebene identisch ist.

Die Haut besitzt zahlreiche, bald mehr, bald weniger regelmässig angeordnete Verkalkungen, welche entweder in Form zusammenstossender Kalkplatten oder als Theile eines kalkigen Balkennetzes auftreten. In beiden Fällen können die Kalkstücke eine glatte äussere Oberfläche besitzen oder sie tragen kleinere oder grössere Körnchen, Höcker, Knöpfchen, bewegliche oder unbewegliche Stacheln; als besondere Formen der kalkigen Hautanhänge unterscheidet man die Paxillen (paxilli), d. h. kurze, gedrungene Kalkstiele, die an ihrem freien Ende einen Besatz von kleineren Kalkstacheln tragen, und die als Pedicellarien bezeichneten Klappen- und Zangen-Apparate. Grössere Kalkplatten der Haut, welche bei vielen Gattungen den Rand der Scheibe und der Arme einnehmen, werden als

Randplatten bezeichnet; meistens treten sie in zwei übereinander gelegenen Reihen auf, welche als obere oder dorsale und als untere oder ventrale Randplatten unterschieden werden. Auf den Randplatten vorkommende Stacheln heissen Randstacheln (obere und untere). Die Armspitze wird von einer unpaaren sog. Terminalplatte eingenommen. An der Unterseite der Scheibe befindet sich in der Mitte der Mund, von dessen Umgebung für jedes Antimer je eine Längsrinne ausstrahlt, die in der ventralen Mittellinie des Armes bis zu dessen Spitze verläuft, die Füsschen beherbergt und desshalb Ambulacralfurche heisst. Die beiden Ränder einer jeden Ambulacralfurche sind von einer Reihe von Skeletplatten besetzt, die wegen dieser Lagerung den Namen Adambulacralplatten führen. Meistens tragen diese Platten eine bestimmte Anzahl regelmässig angeordneter Stacheln oder Papillen, die sog. Adambulacralstacheln (auch Adambulacralpapillen oder Furchenpapillen genannt). Räumt man die Füsschen aus einer Ambulacralfurche aus, so findet man im Grunde der Furche eine Längsreihe von wirbelartig mit einander verbundenen Kalkstücken, die in der Mittellinie des Armes dicht aneinander schliessen, rechts und links von der Mittellinie aber Lücken zwischen sich lassen, durch welche die zu den Füsschen gehörigen Füsschenampullen in das Innere des Armes aufsteigen. Jeder Wirbel besteht bei allen lebenden Arten aus einer rechten und linken Hälfte, die in der Medianebene des Antimers zusammenstossen und durch quere Muskeln beweglich verbunden sind; die Wirbelhälften werden auch als Ambulacralstücke bezeichnet. Unterhalb der Wirbelreihe befindet sich genau in der Medianebene des Antimers eine meist leistenförmig vorspringende Gruppe von Weichtheilen: zu innerst das radiale Wassergefäss, weiter nach aussen das radiale Blutgefäss, endlich zu äusserst, unmittelbar unter dem Epithel, der radiale Nerv. Die auf die Ambulacralfurche beschränkten Füsschen stehen zu beiden Seiten der eben erwähnten leistenförmigen Organgruppe und zwar in den meisten Fällen so, dass sie jederseits nur eine Längsreihe bilden; seltener sind sie jederseits in zwei Längsreihen geordnet, sodass alsdann die Ambulacralfurche nicht zwei, sondern vier Füsschenreihen beherbergt. In den meisten Fällen endigen die Füsschen mit einer wohlausgebildeten Saugscheibe, seltener entbehren sie derselben und endigen dann kegelförmig; stets stehen sie in Verbindung mit Füsschenampullen. Am äussersten Ende der Ambulacralfurche endigt das radiale Wassergefäss in einem unpaaren, füsschenartigen Gebilde, welches als Fühler benutzt wird und an seiner Basis eine Gruppe von dicht zusammengedrängten, rothen Augenflecken trägt. Am Wassergefässringe sind Poli'sche Blasen oft in grosser Zahl vorhanden. Der Steinkanal besitzt eine verkalkte Wand und meistens auch innere Faltenbildungen; er steigt interradial zur Rückenwand des Körpers empor um dort mit einer vielfach durchbohrten Madreporenplatte nach aussen zu münden. In der Regel besitzen die Seesterne besondere Athmungsorgane in Gestalt verdünnter, unverkalkter Hautausstülpungen, Kiemenbläschen oder Papulae genannt, welche

sich bläschenförmig besonders an der Rückenseite des Körpers erheben. Der Mund führt durch eine kurze Schlundröhre in einen geräumigen sackförmigen Magen, der das Innere der Scheibe zum grossen Theile einnimmt. In jeden Arm entsendet der Magen ein paar gelappte Blindsäcke, die man als die radialen Blinddärme bezeichnet im Gegensatze zu einigen kleineren, in schwankender Zahl auftretenden Darmaussackungen, die an der Rückenwand des Magens entspringen und ihrer Richtung entsprechend als interradiale Blinddärme benannt werden. Ein kurzer Enddarm und eine Afteröffnung sind nicht immer vorhanden; niemals liegt der After ganz genau in der Hauptaxe, sondern ist mehr oder weniger in interradialer Richtung verschoben. In jeder Interradialebene sind zwei Büschel von Geschlechtsschläuchen befestigt, welche bei völliger Entwicklung oft sehr weit in die Arme hineinreichen können. Entsprechend der Befestigungsstelle der Geschlechtsschläuche liegen auch deren Ausführöffnungen in interradialer Richtung und zwar in der Regel an der Rückenseite. Alle Seesterne sind getrennten Geschlechtes. Die Jungen durchlaufen meistens eine complicirte Metamorphose. Alle sind Meeresbewohner.

A. Einleitung.

I. Name und Inhalt der Klasse.

Da die mit frei hervortretenden Armen ausgestatteten Arten wie überhaupt so auch an den europäischen Küsten häufiger sind als die fünfeckigen Formen und in manchen Vertretern zu den gemeinsten Thieren der Strandfauna gehören, so sind sie der Küstenbevölkerung von alters her bekannt und haben durch einen sehr nahe liegenden Vergleich die Vulgärnamen: *ἀστήρ*, stella, stella marina, stella di mare, étoile de mer, starfish, Meerstern, Seestern erhalten. Alle diese Namen beziehen sich zugleich auf die heute als besondere Klasse unterschiedenen Schlangensterne oder Ophiuroidea, weil die Trennung dieser beiden Gruppen von einander erst bei einer genaueren Kenntniss ihrer Organisation als nothwendig erwiesen werden konnte und selbst jetzt noch von manchen Zoologen und Paläontologen nicht genügend gewürdigt und beachtet wird.

Die älteren Zoologen bedienten sich durchweg derselben vulgären Bezeichnungen und verstanden darunter ausser den echten Seesternen und den Schlangensternen auch noch die Comatuliden aus der Klasse der Crinoidea*). Linné und nach ihm Retzius fassten alle diese sternförmigen Stachelhäuter unter dem Gattungsnamen *Asterias* zusammen. Bei Cuvier treffen wir dieselbe Gattung zum Range einer Familie erhoben, für welche Lamarck die sprachlich unzulässige Bezeichnung *Stellérides* einführte, während Fleming sie *Asteriadae* nannte. Bei Goldfuss begegnen wir der bisherigen Familie zum ersten Male als einer Ordnung, die er *Asteriae* nennt. Auch bei Latreille hat sie den Rang einer Ordnung unter dem Namen *Asteroida*. Ebenso fassen Blainville und L. Agassiz die ganze, aus den echten Seesternen, den Schlangensternen und den Comatuliden gebildete Gruppe als eine einzige Ordnung auf, für welche sie den Lamarck'schen Namen *Stelleridea* (s. *Stellerida*, französ. *Stellérides*) festhalten — eine Auffassung, deren letzter Vertreter noch im Jahre 1871 (!) Schmarda zu sein scheint.

*) Nur ausnahmsweise begegnet man in der älteren Literatur dem Namen stella marina für Thiere, die überhaupt gar nicht zu den Echinodermen gehören. So hat Vallisneri im Jahre 1721 eine Abhandlung „De stella marina discoide" (Ephem. Nat. Curios. Cent. 9 u. 10, p. 345—348) veröffentlicht, welche zwar in Carus und Engelmann's Bibliotheca zoologica unter den Seesternen aufgeführt wird und von da auch ihren Weg in Perrier's Literaturverzeichniss (Révision des Stellérides, 1875) gefunden hat, sich aber keineswegs auf einen Seestern, sondern auf eine Scheibenqualle bezieht, von deren Anatomie der Verfasser eine für die damalige Zeit sehr bemerkenswerthe Abbildung und Beschreibung giebt

Die Namenbildung *Asteroidea* tritt zuerst bei Blainville (der sie aber selbst später aufgiebt), bei Burmeister und weiterhin bei v. Siebold auf; Burmeister und v. Siebold verstehen aber darunter nur noch die echten Seesterne und die Ophiuroideen, nach Ausschluss der Comatuliden. Ebenso haben auch Müller und Troschel die Comatuliden ausgeschieden und fassen als Ordnung der „*Asterida*“ nur noch die echten Seesterne und die Schlangensterne zusammen. In der Folgezeit ist dann die so verstandene Gruppe zum Range einer Klasse emporgestiegen, die meistens als *Asteroidea,* seltener nach Bronn's Vorgang als *Asterioidea* bezeichnet wird; von ihren beiden Ordnungen wird dann die der echten Seesterne bald *Asteriadae*, bald *Asteridae* oder *Asterida* oder *Asteriae,* bald auch *Stelleridae* genannt. Die Mehrzahl der neueren Forscher ist aber zu der übereinstimmenden Ansicht gelangt, dass die echten Seesterne als eine besondere Klasse von den ebenfalls eine besondere Klasse darstellenden Schlangensternen abgetrennt werden müssen und verstehen demnach unter dem Namen *Asteroidea* nur noch die echten Seesterne nach Ausschluss der Ophiuroideen. Manchmal wird für die so begrenzte Klasse auch die Namenbildung *Asterioidea* angewendet anstatt des älteren, kürzeren und sprachlich mindestens ebenso richtigen: *Asteroidea.* Fast nur die französischen Zoologen, und auch diese nicht ausnahmslos, halten an der Vox hybrida *Stelleridea* (*Stelleridae, Stelleroidea*) fest, meinen damit aber jetzt gewöhnlich auch nur noch die echten Seesterne ohne die Schlangensterne. Keinerlei Eingang haben sich die Benennungen *Canaliculata* (Latreille, 1825), *Cirrhigrada* (Forbes, 1841), *Lobistella* (Austin, 1842), und *Asteriactinota* (Bronn, 1860) verschafft.

Vergleicht man die heutige Klasse der *Asteroidea* ihrem Inhalte nach mit den von älteren und neueren Forschern aufgestellten systematischen Gruppen, so erhält man zugleich eine Uebersicht über ihre allmähliche Umbildung aus einer Summe von Arten zu einer Gattung und weiter zu einer immer höheren Kategorie des Systems. Die folgende Tabelle giebt der Kürze halber nur die wichtigsten darauf bezüglichen Daten.

Uebersicht der wichtigsten Synonyma der Klasse der Asteroidea.

Stellae marinae fissae Linck 1733.
Genus *Asterias* (pars) Linné 1858.
Genus *Asterias* Lamarck 1816.
Familia *Canaliculata* Latreille 1825.
Familia *Asteridea* Blainville 1822, 1830, 1834.
Familia *Asteridae* Burmeister 1837.
Subordo *Asteriae* Müller u. Troschel 1842.
Ordo *Asteroida* Gray 1840, 1848.
Ordo *Cirrhigrada* s. *Asteriadae* Forbes 1841.
Ordo *Asteridae* Lütken 1857.
Classis *Stelleridae* Perrier 1875, 1884.

II. Literatur.

(Auf die Nummern dieses einigermaassen vollständigen Literaturverzeichnisses wird im Texte in der Weise verwiesen, dass hinter dem Namen des Autors die betreffende Nummer, eingeklammert und mit arabischen Ziffern, beigefügt ist.)

(1) **Agassiz, A.**, Embryology of the Starfish, in: L. Agassiz, Contributions Nat. Hist. Unit. Stat. Vol. V. Cambridge 1864. 4°.

(2) —— On the Embryology of Echinoderms. Memoirs American Academy. Vol. IX. 1864. 4°. with 4 pl.

(3) —— Preliminary Report on the Echini and Starfishes dredged in deep water between Cuba and the Florida Reef. Bull. Mus Comp. Zool, Harvard College, Cambridge, Mass., Vol. I. No. 9. 1869, p. 253—308.

(4) —— Note sur la fertilisation artificielle de deux espèces d'étoiles de mer. Arch. zool. exp. et génér. III. 1874, p. XLVI.

(5) —— North American Starfishes. Mem. Mus. Comp. Zool., Harvard College, Cambridge, Mass. Vol. V. No. 1. 1877. 4°. with 20 pl.

(6) —— Bibliography to accompany "Selections from Embryological Monographs" II. Echinodermata. Bull. Mus. Comp. Zool., Harvard College, Cambridge, Mass., Vol. X. No. 2. 1882.

(7) —— Embryological Monograph of Echinoderms. Mem. Mus. Comp. Zool., Harvard College, Cambridge, Mass., Vol. IX. No. 2. 1883. 4°.

(8) —— Three Cruises of the United States Coast and Geodetic Survey Steamer "Blake". Vol. II (Boston und New York) Cambridge, Mass., 1888. 4°.

(9) **Agassiz, L.**, Ueber die Echinodermen. Oken's Isis 1834. Heft 3. p. 251—257.

(10) —— Prodrome d'une Monographie des Radiaires ou Échinodermes. Mém. soc. sc. nat. Neuchâtel. Vol. I. 1835, p. 168—199; auch in: Ann. scienc. nat. Paris, 2. Sér. Zool. T. 7. 1837, p. 257—296 und in: Froriep's Neue Notizen aus d. Gebiet d. Nat. u. Heilk. Bd. V. 1838, p. 305—311, 321—326.

(11) —— Zoologische Beobachtungen. Froriep's Notizen etc. III. Reihe, Bd. V. 1848. p. 145—148.

(12) —— Ueber die Entwicklung eines Seesterns. Müller's Archiv, 1851, p. 122—125.

(13) —— On the Homologies of Echinoderms. Proceed. Boston Society Natural History, Boston 1862, p. 235—238.

(14) **Alcock, A.**, Account of the Collection of Deep-sea Asteroidea. (Natural History Notes from H. M. Indian Marine Survey Steamer „Investigator".) Ann. Mag. Nat. Hist. (6.), Vol. XI., 1893, p. 73—121, Pl. IV—VI.

Alcock siehe auch **Wood-Mason.**

(15) **Aldrovandi, Ulyss.**, De animalculis insectis libri septem, Bononiae 1638.

Anthony siehe **Graham.**

(16) **Aristoteles**, Thierkunde, herausgegeben von H. Aubert und Fr. Wimmer, 2 Bde. Leipzig 1868, 8°.

Asbjörnsen, P. Chr., siehe **M. Sars.**

(17) **Audouin, V.**, Explication des planches d'Echinodermes etc. de l'Égypte et de la Syrie, in: Description de l'Égypte (Hist. nat.). Paris 1824. Fol.
Siehe auch **Savigny.**

(18) **Aurivillius, Carl W. S.**, Hafsevertebrater från nordligaste Tromsöamt och Vestfinmarken. Bihang till K. Svensk. Vet.-Akad. Handlingar, Bd. XI, No. 4, Stockholm 1886 (Echinoderma, p. 47—51).

(19) **Ayres, W. O.**, Stephanaster elegans n. g., n. sp. Proc. Boston Soc. Nat. Hist., Vol. IV, 1851—1854, Boston 1854, p. 118—119 (1851).

(20) **Barker-Webb, P.** et **Sabine Berthelot,** Histoire naturelle des îles Canaries. T. II; 2. partie (zoologie). Paris 1836—1844. 4°. Enthält: **Alcide D'Orbigny,** Mollusques, Echinodermes etc., recueillis aux îles Canaries par Webb et Berthelot, 1839 (p. 148—149, Echinodermen).

(21) **Barrelier(ius), Jac.,** Plantae per Galliam, Hispaniam et Italiam observatae. Accurante Antonio de Jussieu. Paris 1714. Fol.

(22) **Barrett, Lucas,** Descriptions of four new species of Echinodermata. Ann. Mag. Nat. Hist. (2.), Vol. XX, 1857, p. 46—48, Pl. IV.

Barrett, siehe auch **M'Andrew.**

(23) **Barrois, J.,** Embryogénie de l'Asteriscus verruculatus, Journ. de l'Anat. et de la Physiol. par Robin et Pouchet, 1879, 8 pp. et 2 pl.

(24) **Barrois, Théod.,** Catalogue des Crustacés Podophthalmaires et des Échinodermes recueillis à Concarneau 1880. Lille 1882. 8°.

(25) —— Liste des Échinodermes recueillis aux Açores 1887. Revue biologique du Nord de la France, I. Lille 1888, p. 31—33, 69—75, 109—115.

(26) **Baster, Joh.,** Opuscula subseciva, observationes miscellaneae de animalculis et plantis quibusdam marinis, eorumque ovariis et seminibus continentia, Harlemi 1759—1765. 4°.

(27) **Baudelot, E.,** Études générales sur le système nerveux; contribution à l'histoire du système nerveux des Échinodermes. Arch. Zool. expér. etc. I. 1872, p. 177—216.

(28) **Bell, F. Jeffrey,** Note on the Characters of the Genus Crossaster, with the Description of a new Species. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 8, 1881, p. 140—142.

(29) —— Description of a new Species of the Genus Archaster from St. Helena. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 8, 1881, p. 440—441.

(30) —— Account of the Zoological Collections made during the Survey of H. M. S. "Alert" in the Straits of Magellan and on the Coast of Patagonia. Proceed. Zool. Soc. London 1881, p. 87—101, Pl. VIII—IX.

(31) —— Contributions to the Systematic Arrangement of the Asteroidea. Part. I. The Species of the Genus Asterias. Proceed. Zool. Soc. London 1881, p. 492—515, Pl. XLVII—XLVIII. Part. II. The Species of Oreaster, ibidem 1884, p. 57—87.

(32) —— Note on the Species of the Linnean Genus Asterias which are ascribed to Retzius. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 9, 1882, p. 166—168.

(33) —— Note on the Echinoderm-Fauna of the Island of Ceylon, together with some Observations on Heteractinism. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 10, 1882, p. 218—225.

(34) —— Descriptions of new or rare Species of Asteroidea in the Collection of the British Museum. Proceed. Zool. Soc. London 1882, p. 121—124, Pl. VI.

(35) —— Note on Asterias glacialis and the species allied thereto. Zool. Anzeiger 1882, p. 282—284.

(36) —— Descriptions of two new Species of Asteroidea in the Collection of the British Museum. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 12, 1883, p. 333—335.

(37) —— Report on the Echinodermata, collected by Mr. Francis Day in H. M. S. „Triton" off the Eastern Coast of Scotland in July 1882. Journ. Linn. Soc. London, Vol. XVII, 1883, p. 102—104.

(38) —— Echinodermata of the voyage of the „Alert", in: Report Zool. Collections Alert-Expedition, 1884.

(39) —— Report on a Collection of Echinodermata from the Andaman Islands. Proceed. Zool. Soc. London 1887, p. 139—145, Pl. XVI.

(40) —— Echinoderm Fauna of the Island of Ceylon. Scientific Transactions of the Royal Dublin Society (Series II) Vol. III, p. 643—658. Pl. XXXIX—XL. Dublin 1887.

(41) —— Notes on Echinoderms collected at Port Phillip by Mr. J. Bracebridge Wilson. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 2. 1888, p. 401—407.

(42) —— Report on a Collection of Echinoderms made at Tuticorin, Madras. Proc. Zool. Soc. London 1888, p. 383—389.

(43) —— Note on a remarkably large Specimen of Luidia from the Island of Mauritius. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 3, 1889, p. 422—423.

(44) —— Report of a Deep-sea Trawling Cruise off the S. W. Coast of Ireland under the Direction of Rev. W. Spotswood Green. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 4, 1889, p. 432—445, Pl. XVIII—XIX.

(45) —— Additions to the Echinoderm-Fauna of the Bay of Bengal. Proceed. Zool. Soc. London 1889, p. 6—7.

(46) **Bell, F. Jeffrey,** Is Asterias tenuispina Lam. a „British" Species? Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 6, 1890, p. 424.

(47) —— On the generic name of Asterias sanguinolenta (Henricia). Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 6, 1890, p. 472—473.

(48) —— Stray Notes on the Nomenclature etc. of some British Starfishes. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 7, 1891, p. 233—235.

(49) —— A Note on Canon Norman's Remarks. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 7, 1891, p. 465.

(50) —— Asterias rubens and the British Species allied thereto. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 7, 1891, p. 469—479, Pl. 14—15.

(51) —— On the Arrangement and Inter-relations of the Classes of the Echinodermata. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 8, 1891, p. 206—215.

(52) —— Observations on a rare Starfish, Bathybiaster vexillifer. Proceed. Zool. Soc. London 1891, p. 228—231, Pl. XXIII—XXIV.

(53) —— On the Echinoderms collected off the West Coast of Ireland. Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society, 1892, p. 520—529, Pl XXIII—XXV.

(54) —— Notes on the Echinoderms collected by Mr. Bourne in Deep Water off the South-West of Ireland. Journal Mar. Biol. Assoc., New Ser., Vol. I, No. 3, 1892, p. 324—327.

(55) —— On the Characters and Variations of Pontonaster tenuispinus. Proceed. Zool. Soc. London 1892, p. 430—433, Pl. XXVI.

(56) —— Catalogue of the British Echinoderms in the British Museum (Natural History). London 1892. 8°.

(57) —— On the Echinoderms collected by the SS. „Fingal" in 1890, and by the SS. „Harlequin" in 1891 off the West Coast of Ireland. Scientific Proceed. Royal Dublin Society N. S. Vol. 7, 1892, p. 520—529, Pl. XXIII—XXV.

(58) —— On the Names or Existence of three Exotic Starfishes. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 12, 1893, p. 25—29.

(59) —— On Odontaster and the Allied or Synonymous Genera of Asteroid Echinoderms. Proc. Zool. Soc. London 1893, p. 259—262.

(60) **Belon(ius) Petrus,** De aquatilibus libri II. Parisiis 1553. 8°.

Beneden s. **Van Beneden.**

Berthelot s. **Barker-Webb.**

(61) **Beunie, E. B. de,** Histoire naturelle de l'étoile marine. Mém. Acad. de Bruxelles T. I, 1780, (2. Édit.) p. 234—237.

(62) **Billings, E.,** Figures and Descriptions of Canadian Organic Remains, in: Geol. Survey of Canada, Dec. III, 1859.

(63) —— Geological Survey of Canada; Palaeozoic Fossils; Vol. I, Montreal 1865. 8°.

(64) **Blainville, H. M. Ducrotay de,** De l'organisation des animaux ou principes d'anatomie comparée T. I, Paris 1822.

(65) —— Artikel: „Zoophytes" in: Dictionnaire des sciences naturelles, T. 60, Paris 1830.

(66) —— Manuel d'Actinologie ou Zoophytologie; avec Atlas. Paris 1834. 8°.

(67) **Brandt, J. F.,** Prodromus descriptionis animalium ab H. Mertensio observatorum. Fasc. I, Petropoli 1835. 4°.

(68) —— Note sur une nouvelle espèce du genre Asterias (A. grandis), appartenant à la section des Solastérides. Bull. scientif. de l'Acad. St.-Pétersbourg. T. V, 1839, p. 186—187.

(69) —— Asterias helianthoides n. sp. L'Institut T. VIII, 1840, No. 316, p. 24—25.

(70) —— Bemerkungen über die Asteriden und Echiniden des Ochotskischen, Kamtschatkischen und Behringschen Meeres, in: Middendorff, A. Th. v., Reisen in den äussersten Norden und Osten Sibiriens II. Bd. 1. Th., p. 27—34. St. Petersburg 1851. 4°.

(71) **Braun, M.,** Verzeichniss der Echinodermen des Hafens von Mahon, Menorca. Sitz.-Ber. Dorpater Naturforscher-Gesellschaft. 1885, p. 307—310.

(72) **Bronn, H. G., und F. Römer,** Lethaea geognostica. Stuttgart 1851—1856.

(73) —— Klassen und Ordnungen der Strahlthiere (Actinozoa), wissensch. dargestellt in Wort und Bild. (Klassen und Ordnungen d. Thierreiches 2. Bd.) Leipzig u. Heidelberg 1860. 8°.

(74) **Brooks, W. K.,** On the Early Stages of Echinoderms. J. Hopkins Univ. Circ. Vol. 10, 1891, p. 101, und in: Rep. National Acad. Sc. 1889, p. 12.

(75) **Bruguière**, Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature, contenant l'helminthologie, ou les vers infusoires, les vers intestins, les vers mollusques, etc., VII. Livr., Paris 1791, 4°.

(76) **Burmeister, Hermann**, Handbuch der Naturgeschichte. 2. Abtheilung, Zoologie. Berlin 1837. 8°.

(77) **Bury, H.**, Studies in the Embryology of the Echinoderms. Quart. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 29, 1889, p. 409—449, Pl. 37—39.

(78) **Busch, Wilhelm**, Beobachtungen über Anatomie und Entwicklung einiger wirbellosen Seethiere. Berlin 1851. 4° mit 15 Taf.

Bütschli s. **Möbius.**

(79) **Carpenter, P. H.**, Notes on Echinoderm Morphology, No. V. On the Homologies of the Apical System, with some Remarks upon the Blood-vessels. Quart. Journ. Micr. Soc. Vol. 22, 1882, p. 1—16.

(80) —— Notes on Oreaster bulbiferus, Forbes, from the Upper Chalk, Bromley, Kent. Geol. Mag. New Ser. Dec. II. Vol. IX, 1882, p. 529—532, Pl. XII.

(81) —— On certain Points in the Anatomical Nomenclature of Echinoderms. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 6, 1890, p. 1—23.

(82) **Carus, J. V.**, Prodromus faunae mediterraneae, Vol. I, Stuttgart 1885. 8°.

Challenger s. **Report** und **Sladen.**

Chapeaux s. **Demoor.**

(83) **Chiaje, Stefano delle**, Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre del regno di Napoli. 4 Voll. Napoli 1823, 1825, 1828 und 1829.

(84) —— Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore. 5 Voll. Napoli, 1841.

(85) **Cole, A. H.**, Palaeaster eucharis Hall. Bull. Geol. Soc. Am. III, 1892, p. 512—514, Pl. XV.

(86) **Collin, J.**, Om Limfjordens tidligere og nuvärende Marine Fauna. Kjøbenhavn 1884.

(87) **Columna, Fab.**, Aquatilium et terrestrium aliquot animalium observationes. Romae 1616.

(88) **Compter, G.**, Einige Mittheilungen über Asterias cilicia Qu. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XIX, Jena 1886, p. 764—775, Taf. XXII u. XXIII.

(89) **Couch, Jonath.**, Remarks on some Species of Asterias found in Cornwall, in: Charlesworth's Magaz. Nat. Hist., N. Ser., Vol. 4, 1840, p. 32—34.

(90) **Coues, Ell.** and **H. C. Yarrow**, Notes on the Natural History of Fort Macon, N. C., and Vicinity, No. 5. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1878, P. II, p. 297—315.

(91) **Cuénot, L.**, Sur les fonctions de la glande ovoïde, des corps de Tiedemann et des vésicules de Poli chez les Astérides. Compt. Rend. T. 102, 1886, p. 1568—1569.

(92) —— Formation des organes génitaux et dépendances de la glande ovoïde chez les Asterides. Compt. Rend. 1887, Tom. 104, p. 88—90.

(93) —— Contribution à l'étude anatomique des Astérides. Arch. zool. expér. et génér. (2) T. V bis, 1888, 2. Mem., 144 pp. et 9 pl.

(94) —— Formation des produits génitaux par les glandes lymphatiques (Invertébrés); Assoc. franç. pour l'avancement des sciences; Congrès de Paris 1889, p. 581—585.

(95) —— Le système nerveux entérocoelien des Échinodermes. Compt. Rend. T. 111, 1890, p. 836—839.

(96) —— Sur le système madréporique des Échinodermes. Réponse à M. Hartog. Zool. Anzeiger, Bd. 13, 1890, p. 315—318.

(97) —— Études sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale. 2. partie: Invertebrés. Arch. zool. expér. (2) T. IX, 1891. (Échinodermes, p. 613—641, Pl. 18.)

(98) —— Protozoairs commensaux et parasites des Échinodermes (Note préliminaire). Revue biologique du Nord de la France, 3. Année, 1891, p. 285—300, Pl. V.

(99) —— Études morphologiques sur les Échinodermes. Arch. biol. T. XI, 1891. p. 303—680, Pl. 24—31.

(100) **Cuvier, G.**, Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux, Paris 1798; auch in: Journ. de physique, de chimie et l'hist. nat. T. 46, Paris 1798, p. 370—384.

(101) —— Leçons d'anatomie comparée. 5 Voll. Paris, an VIII—XIV (1799—1805). 8°.

(102) —— Vorlesungen über vergleichende Anatomie, übersetzt u. mit Anmerkungen und Zusätzen vermehrt von J. F. Meckel. 4 Bde. 8°. Leipzig 1809—1810.

(103) **Cuvier, G.**, Le règne animal, distribué d'apres son organisation. T. IV. Paris 1817. 8⁰. (s. auch **Milne-Edwards.**)

(104) **Dalla Torre, K. W. v.**, Die Fauna von Helgoland. Jena 1889. 8⁰.

(105) **Dalyell, Sir John G.**, The Powers of the Creator displayed in the creation. 2 Vol. London 1851—58. 4⁰.

(106) **Danielssen, D. C.**, og **J. Koren**, Echinodermer fra den Norske Nordhavsexpedition, in: Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, 22. Bd., Christiania 1876, p. 45—83, Taf. I—V. — Ibidem 26. Bd., 1881, p. 177—194, mit 2 Taf. — Ibidem 27. Bd., 1882, p. 267—299, Taf. I—IV. — Ibidem 28. Bd., 1883, p. 1—10, Taf. I u. II.

(107) —— Asteroidea. (Norwegian North-Atlantic Expedition 1876—1878.) Christiania 1884. with 15 pl. and 1 map. fol.

Danielssen siehe auch **J. Koren** und **M. Sars.**

(108) **Demoor, Jean**, et **Marcellin Chapeaux**, Contributions à la physiologie nerveuse des Echinodermes. Tijdschr. Nederl. Dierk. Ver. (2) Deel 3, 1891, p. 108—169, Taf. 7.

(109) **Desjardins, Julien**, Note sur l'Astérie discoide et l'Astérie militaire de Lamarck. Ann. Sc. Nat. T. 20, 1830, p. 177—179.

(110) **Deslongchamps, Eudes**, Notes sur l'Astérie commune. Ann. Sc. Nat. T. 9, 1825, p. 219—221.

(111) **Des Moulins, Charl.**, Catalogue déscriptif des Stellérides vivantes et fossiles observées jusqu'à ce jour dans le département de la Gironde etc. avec 2 pl. Actes Soc. Linn. Bordeaux T. 5, 1832, p. 183—206.

(112) **Desor, E.**, On a new Echinaster from Boston harbour and its development. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 3, 1848, p. 11, 13—14, 17—18.

(113) —— Ueber die Entwicklung der Asterien. Müller's Arch. 1849, p. 79—83, Taf. II, Fig. 1—12.

(114) **Döderlein, L.**, Echinodermen von Ceylon. Zool. Jahrbücher, Abth. für Syst. Bd. III, Jena 1888, p. 821—846, Taf. XXXI—XXXIII.

(115) **Drescher, R.**, Ueber die Kreide-Bildungen der Gegend von Löwenberg. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch., Bd. XV, Berlin 1863, p. 291—366, Taf. VIII u. IX

(116) **Düben, M. W. von**, och **J. Koren**, Öfversigt af Skandinaviens Echinodermer. K. Vet. Akad. Handl. Stockholm (1844) 1846, p. 229—328, Tab. VI—XI.

(117) **Dujardin, F.**, et **H. Hupé**, Histoire naturelle des Zoophytes Échinodermes. Paris 1862, avec 10 planches. 8⁰.

(118) **Duncan, P. Martin**, and **W. Percy Sladen**, A Memoir on the Echinoderms of the Arctic Sea to the West of Greenland, London 1881, fol. with 6 plates.

(119) **D'Urban, W. S. M.**, The Zoology of Barents Sea Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 6. 1880. p. 253—277.

(120) **Durham, Herbert E.**, The Emigration of Amoeboid Corpuscles in the Starfish. Proc. Roy. Soc. 1888, Vol. 43, p. 327—330, Pl. III.

(121) —— Note on the Madreporite of Cribrella ocellata. Proc. Roy. Soc. 1888, Vol. 43, p. 330—332.

(122) —— On wandering cells in Echinoderms etc. Quart. Journ. Micr. Sc. (2). Vol. 33, 1891, p. 81—121, Pl. 1.

(123) **Duvernoy**, Mémoire sur l'analogie de composition et sur quelques points de l'organisation des Échinodermes. Mém. de l'Acad. des Scienc. de l'Institut de France, T. XX, Paris 1849, p. 579—640, avec 4 pl.

(124) **Eck, H.**, Ueber einige Triasversteinerungen. Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch. Bd. 31, Berlin 1879, p. 254—281, Taf. IV.

(125) —— Trichasteropsis cilicia Quenst. sp. aus norddeutschem Muschelkalk. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. Bd. 37, 1885, p. 817—825, T. 34.

(126) **Ehrenberg**, Ueber die Akalephen des rothen Meeres etc. Abh. Ak. Wiss. Berlin aus 1835, Berlin 1837, p. 181—260.

(127) **Ellis, John**, and **Daniel Solander**, The Natural History of many curious and uncommon Zoophytes, London 1786. 4⁰. with 63 pl.

(128) **Engel**, Ueber einige neue Echinodermen des schwäbischen Jura. Jahr.-Hefte des Ver. f. vaterl. Naturkunde, Stuttgart, 48. Jahrg. 1892, p. 47—55, T. 2.

(129) **Etheridge, R.**, On the Occurrence of the genus Palaeaster in the upper Silurian Rocks of Victoria. Records Austr. Mus. Sydney Vol. 1, 1891, p. 199—200, T. 30, Fig. 16, 17.

(130) **Etheridge, R.**, A Monograph of the Carboniferous and Permo-Carboniferous Invertebrata of New South Wales, Part II. Echinodermata, Annelida and Crustacea. Mem. Geol. Surv. N. S. W. Palaeont. No. 5, 1892, p. I—X and 65—133, Pl. XII—XXII.

Etheridge R., siehe auch **Nicholson.**

Ewart siehe **Romanes.**

(131) **Fabricius, Otho**, Fauna groenlandica. Hafniae et Lipsiae 1780. 8°.

(132) **Fewkes, J. Walter**, On the development of the calcareous plates of Asterias. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College, Vol. XVII, No. I. 1888, p. 1—56, pl. I—V.

(133) —— On the Serial Relationship of the Ambulacral and Adambulacral Calcareous Plates of the Starfishes. Proc. Boston Soc. Nat. Hist Vol. 24, 1889, p. 96—108.

(134) **Field, G. W.**, Contributions to the Embryolgy of Asterias vulgaris. J. Hopkins Univ. Circ. Vol. 10, 1891, p. 101—103.

(135) —— The Larva of Asterias vulgaris. Quart. Journ. Micr. Science 1892, p. 105—128, Plat. XIII—XV.

(136) —— Echinoderm Spermatogenesis. Anat. Anzeig. VIII. Jahrg. 1893, p. 487—493.

(137) **Filippi, Ph. de**, Trois nouvelles espèces d'Astérides de la Mediterranée. Revue et Magasin de Zoologie par F. E. Guérin-Méneville. 2. Ser. T. XI. Paris 1859, p. 63—65.

(138) **Fischer, F.**, Echinodermen von Jan Mayen. (Die internationale Polarforschung 1882—1883. Die österreichische Polarstation Jan Mayen. III. Bd.) 10 pp., Wien 1886. 4°.

(139) **Fischer, Paul**, Échinodermes des côtes de la Gironde et sudouest de la France. Actes de la Soc. Linnéenne de Bordeaux, T. XXVII (3. Ser., T. VII), 1869, p. 358—376.

(140) **Fleming, John**, History of British Animals. Edinburgh 1828. 8°. (2. Ed. London 1842.)

(141) **Fol, H.**, Sur le premier développement d'une Étoile de mer. Comptes rendus de l'Acad. de Paris, T. 84, 1877, p. 357—360.

(142) —— Sur quelques fécondations anormales ches l'Étoile de mer. Comptes rendus de l'Acad. de Paris, T. 84, 1877, p. 659—661.

(143) —— Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogénie chez divers animaux. 4°. avec 10 pl. Genève 1878—1879. (Mém. Soc. de Physique et d'Hist. Nat. de Genève, T 26.)

(144) **Forbes, Edw.**, On the Asteriadae of the Irish Sea. Memoirs of the Wernerian Society Edinburgh, T. VIII, P. 1, 1839, p. 114—129, with 2 pl.

(145) —— A history of British Starfishes and other animals of the class Echinodermata. London 1841. 8°.

(146) —— On a new British Starfish of the Genus Goniaster. Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. XI, London 1843, p. 280—281, Pl. VII.

(147) —— On the Asteriadae found Fossil in British Strata. Mem. Geol. Survey of Great Britain, Vol. II, Part II, London 1848, p. 457—482.

(148) —— Figures and Descriptions illustrative of British organic Remains; Decade I and Decade III, in: Memoirs of the United Kingdom, 1849 und 1850.

(149) —— in: The Geology and Fossils of the Tertiary and Cretaceous Formations of Sussex by Fr. Dixon, 1850. New Edition by T. R. Jones, Brighton 1878.

(150) —— Monograph of the Echinodermata of the British Tertiaries. Palaeontol. Soc. London 1852, with 4 Taf. 4°.

(151) **Fredericq, Léon**, La digestion des matières albuminoides chez quelques invertebrés. Arch. zool. expér. et génér., T. VII (1878) 1879, p. 391—400.

(152) **Fraas, E.**, Die Asterien des weissen Jura von Schwaben und Franken, mit Untersuchungen über die Structur der Echinodermen und das Kalkgerüst der Asterien, in: Palaeontogr. Bd. 32, 1886, p. 227—261, Taf. 29 und 30.

(153) **Frenzel, Joh.**, Beiträge zur vergleichenden Physiologie und Histologie der Verdauung. Archiv f. Anat. u. Physiol. (Physiolog. Abtheil.), 1892, p. 81—114, Taf. III und IV.

(154) **Gasco, Fr.**, Intorno ad una nuova specie di Asteriscus. Bullettino dell' associazione dei naturalisti e medici per la mutua istruzione. Napoli 1870, No. 6, p. 86—90.

(155) —— Descrizione di alcuni Echinodermi nuovi o per la prima volta trovati nel Mediterraneo. Napoli 1876. 4°, con una tavola. (Rendiconto della Reale Accad. delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli; Anno XV, fasc. 2.)

(156) **Gaudry, A.**, Mémoire sur les pièces solides chez les Stellérides. Ann. sc. nat. 3. Sér. Zool., Paris, T. XVI. 1851, p. 339—379, Pl. 12—16.

(157) **Geinitz, H. B.**, Das Elbthalgebirge in Sachsen. Palaeontographica Bd. XX, 1. und 2. Theil, Cassel 1871 und 1872.

(158) **Gervais, P.**, Artikel: Astéries, in: Dictionnaire des sciences naturelles. Supplément, T. I, Paris 1840, p. 461—481.

(159) **Giard, Alfr.**, Sur certaines monstruosités de l'Asteracanthion rubens. Compt rend. T. 85. Paris 1877, p. 973—974.

(160) **Giebel, C. G.**, Bemerkungen über einige Astropecten-Arten. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 20, 1862, p. 324—326.

(161) —— Ueber monströse Seesterne. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 20, 1862, p. 386.

(162) —— Characteristik des Stellaster equestris Müll. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 26, 1865, p. 474—475.

(163) —— Goniodiscus granulifer, ein neuer Seestern. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 52, 1879, p. 471—474.

(164) —— Ueber Echinaster solaris von Mauritius. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 53, 1880, p. 511.

(165) **Gmelin, J. F.**, Linnaei systema naturae. Editio XIII. Lipsiae 1788.

(166) **Goette, Al.**, Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Echinodermen. Zool. Anzeig. 1880, No. 59, p. 324—326.

(167) **Goldfuss, G. A.**, Handbuch der Zoologie. 1. Abtheilung, Nürnberg 1820. 8°.

(168) —— Petrefacta Germaniae. I. Theil Düsseldorf 1826.

(169) —— Ein Seestern aus der Grauwacke. Verh. Naturh. Ver. preuss. Rheinl. 5. Jahrg. Bonn 1848, p. 145—146, T. V.

(170) **Graber, V.**, Ueber die Empfindlichkeit einiger Meerthiere gegen Riechstoffe. Biolog. Centralbl. VIII. Bd., 1889, p. 743—754.

(171) **Graeffe, Eduard**, Uebersicht der Seethierfauna des Golfes von Triest. I. Die Echinodermen. Wien 1881. 8°. (Aus: Arbeiten des zoologischen Institutes zu Wien, III, 3.)

(172) **Graham, G., J. G. Anthony** and **W. P. James**, Two species of fossil Asterias in the blue Limestone of Cincinnati. Americ. Journ. Sc. 2. Ser. Vol. I, 1846, p. 441—442.

(173) **Gravenhorst, J. L. C.**, Tergestina, oder Beobachtungen und Untersuchungen über einige bei Triest im Meere lebende Arten. Breslau 1831.

(174) **Gray, John Edw.**, A Synopsis of the Genera and Species of the Class Hypostoma (Asterias Linnaeus.) Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. VI, London 1841, p. 175—184, 275—290 (p. 175—184 erschien November 1840, p. 275—290 December 1840).

(175) —— Descriptions of some New Genera and Species of Asteriadae. Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. XX, London 1847, p. 193—204; auch in: Proc. Zool. Soc. London 1847, p. 72—83.

(176) —— in: Jukes, J. B., Narrative of the surveying voyage of H. M. S. Fly. Vol. 2. London 1847, Appendix IX, p. 339.

(177) —— List of the specimens of british animals in the collection of the British Museum. Part. I. Centroniae or radiated animals. London 1848.

(178) —— Synopsis of the Species of Starfishes, Echinodermata, in the British Museum. London 1866, with 16 pl.; 4°.

(179) —— Description of Platasterias, a new Genus of Astropectinidae from Mexico. Proc. Zool. Soc. London 1871, p. 136—137, Pl. IX.

—— List of Echinoderms collected by Robert M'Andrew in the Gulf of Suez in the Red Sea. Ann. Mag. Nat. Hist. (4) Vol. X, 1872, p. 115—125.

(180) **Greeff, Rich.**, Ueber das Verhalten von Seesternen in der Gefangenschaft. Sitz. Ber. Niederrh. Gesellsch. f. Nat. u. Heilk. Bonn 1868, p. 89—90.

(181) —— Ueber den Bau der Echinodermen. I. Mitth. Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturw. Marburg 1871, p. 53—62.

(182) —— Ueber den Bau der Echinodermen. II. Mitth. Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturw. Marburg 1872, p. 93—102.

(183) —— Ueber einige auf den canarischen Inseln (Lanzarote) aufgefundene Seesterne. Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturw. Marburg 1872, p. 102—106.

(184) —— Ueber den Bau der Echinodermen. III. Mitth. Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturw. Marburg, 1872, p. 158—172.

(185) **Greeff, Rich.**, Ueber die Entwicklung des Asteracanthion rubens vom Ei bis zur Bipinnaria und Brachiolaria. Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturw. Marburg 1876, p. 34—37.

(186) —— Parthenogenesis bei den Seesternen. Ueber das Verschwinden des Keimbläschens und Keimflecks im Ei des Asteracanthion rubens. Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturw. Marburg 1876, p. 83—87.

(187) —— Entwicklung von Asterias (Asteracanthion) rubens. Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturw. Marburg 1879, p. 47—52.

(188) —— Echinodermen, beobachtet auf einer Reise nach der Guinea-Insel São Thomé. Zool. Anzeiger, 1882, p. 114—120, 135—139, 156—159.

(189) **Greenwood, M.**, On the action of nicotin upon certain invertebrates. Journ. Phys. Cambridge Vol. 11, 1890, p. 573—605.

(190) **Grieg, A. James**, Undersøgelser over dyrelivet i de vestlandske fjorde. II. Echinodermer, Annelider etc. fra Moster. Bergens Museums Aarsberetning 1888 (mit 1 Taf.). Bergen 1889.

(191) **Griffiths, A. B.**, Further Researches on the Physiology of the Invertebrata. Proc. R. Soc. London, Vol 44, 1888. p. 325—328.

(192) **Grisard, J.**, Étoiles des mer comme engrais. Bull. soc. nationale d'acclimatation de France (4) T. V. Paris 1888.

(193) **Grube, Ad. Ed.**, Aktinien, Echinodermen und Würmer des Adriatischen und Mittelmeeres. Königsberg 1840. 4°. Mit einer Tafel.

(194) —— Beschreibungen neuer oder weniger bekannter Seesterne und Seeigel. Nova Acta Ac. Caes. Leop. Carol. Nat. Cur. Vol. XXVII, 50 pp. mit drei Taf. 1857.

(195) —— Diagnosen einiger neuen Echinodermen. Arch. f. Naturg. 1857, p. 340—344.

(196) —— Ein Ausflug nach Triest und dem Quarnero. Berlin 1861. 8°.

(197) —— Die Insel Lussin und ihre Meeresfauna. Breslau 1864, 8° mit einer Taf. und einer Karte.

(198) —— Ueber mehrere noch unbeschriebene oder doch nicht hinreichend bekannte Seesterne des Breslauer Museums. 42. Jahresbericht d. Schles. Ges. f. vaterländische Cultur, Breslau 1865, p. 51—53.

(199) —— Ueber einige neue Seesterne des Breslauer zoologischen Museums. 43. Jahresbericht d. Schles. Ges. f. vaterländische Cultur, Breslau 1866, p. 59—61.

(200) —— Mittheilungen über St.-Malo und Roscoff und die dortige Meeres-, besonders Anneliden-Fauna. Abh. Schles. Ges. f. vaterl. Cultur, Abth. f. Naturw. und Medicin 1869—72, Breslau 1872, p. 75—146, mit 2 Taf.

(201) **Gualtieri, Nic.**, De stella marina quindecim radiis instructa epistola. Mem. di diversi valentuom. Tom. 2, 1744, p. 289—294.

(202) **Guerne, Jules de**, La provenance exacte des Stellérides nouveaux des campagnes de l'Hirondelle. Bull. soc. zool. France 1891, Paris, p. 263—265.

(203) **Haacke, Wilh.**, Ueber eine Abnormität am Darm von Asteracanthion rubens. Zool. Anz. 1879, p. 641.

(204) **Haeckel, E.**, Ueber die Augen und Nerven der Seesterne. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 10, 1860, p. 183—190, Taf. XI.

(205) —— Die Kometenform der Seesterne u. der Generationswechsel der Echinodermen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 30, Suppl. 1878, p. 424—445, Taf. XX.

(206) **Hagenow, F. v.**, Monographie der Rügen'schen Kreide-Versteinerungen. 2. Abth. in: Jahrbuch für Mineralogie etc. 1840.

(207) **Halfar, A.**, Die erste Asteride aus den palaeozoischen Schichten des Harzes. Jahrbuch d. kgl. preuss. geol. Landesanstalt für 1892. Berlin 1893, p. 186—199, Taf. X.

(208) **Hall, James**, Natural History of New-York. Paleontology, Vol. I. Albany 1847.

(209) —— 20. Report on the New-York State Cabinet of Natural History. Albany 1867, p. 282.

(210) **Hallez, Paul**, Dragages effectués dans le Pas-de-Calais. Revue biolog. du Nord de la France. T. IV, Lille 1892, p. 278.

(211) **Hamann, Otto**, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. I. Die Holothurien (Pedata) und das Nervensystem der Asteriden. Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. 39, 1883, p. 145—190, Taf. X—XII.

(212) —— Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 2. Die Asteriden, anatomisch und histologisch untersucht. Jena 1885, 8°, mit sieben Taf.

(213) **Hamann, Otto,** Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 46, 1887, p. 80—98, Taf. XI.

(214) —— Anatomie und Histologie der Ophiuren und Crinoideen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. 23, 1889, p. 233—388, Taf. XII—XXIII.

(215) **Hartlaub, Cl.,** Ueber die Arten und den Skeletbau von Culcita. Notes from the Leyden Museum XIV, 1892, p. 65—118, Pl. I and II.

(216) **Hartog, Marcus M.,** The True Nature of the „Madreporic System" of Echinodermata, with Remarks on Nephridia. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 20, 1887, p. 321—326.

(217) **Harvey,** The Loaf Starfish (Culcita.) Ann. Mag. Nat. Hist. (4) Vol. 3, 1869, p. 324.

(218) **Heape, W.,** Echinoderma, in: Prelimin. Report upon the Fauna and Flora of Plymouth Sound (Journ. of the Marine Biological Association of the United Kingdom II, 1888, p. 167—168).

Heider s. **Korschelt.**

(219) **Heilprin, Angelo,** Contributions to the Natural History of the Bermuda Islands. Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia 1888, Part. III, p. 302—328, Pl. XIV—XVI.

(220) **Heim, F.,** Sur les pigments tégumentaires de l'Astropecten aurantiacus. C. R. Soc. Biol. Paris, Tome 9, 1891, p. 837—839.

(221) **Heller, C.,** Ueber neue fossile Stelleriden. Sitz.-Ber. Wiener Akad. Math.-nat. Classe, Bd. 28, 1858, p. 155—170, mit 5 Tafeln.

(222) —— Untersuchungen über die Litoral-Fauna des adriatischen Meeres. Sitz.-Ber. Ak. Wiss. Wien, math.-nat. Cl. Bd. 46. I. 1863, p. 415—448.

(223) — Die Zoophyten und Echinodermen des adriatischen Meeres. Wien 1868. 8°. Mit drei Taf.

(224) **Hensen, V.,** Ueber eine Brachiolaria des Kieler Hafens. Arch. f. Naturgesch. 1863, p. 242—246; p. 363—364.

(225) **Herapath, W. B.,** On the Pedicellariae of the Echinodermata. Journ. of microsc. science. Vol. I, London 1865, p. 175—184, Pl. IV—V.

(226) **Herdman, W. A.,** Report upon the Crinoidea, Asteroidea, Echinoidea and Holothurioidea of the L. M. B. C. District. Liverpool Marine Biological Comittee Report, No. I, 1886. Proc. Lit. Phil. Soc. Liverpool, Vol. XL, Appendix, p. 131—139.

(227) —— An abnormal Starfish. Nature, Vol. 34, 1886, p 596.

(228) **Herklots, J. A.,** Échinodermes, peintes d'après nature par les soins de Kuhl, van Hasselt et Salomon Müller. Leiden 1868. Fol.

(229) **Hertwig, Oscar,** Weitere Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Morpholog. Jahrb. III, 1877, p. 271—279; IV, 1878, p. 156—175, Taf. VI—VIII.

(230) **Hodge, G.,** Catalogue of the Echinodermata of Northumberland and Durham. Nat. Hist. Transactions Northumberland and Durham. Vol. IV, P. 1, Newcastle 1871, p. 120—150, Pl. I—IV.

(231) **Hoeven, J. van der,** Handbuch der Zoologie. Leipzig 1850—1856.

(232) **Hoffmann, C. K.,** Zur Anatomie der Asteriden. Niederländisches Archiv für Zoologie, II. 1872, 1—32, Taf. I—II.

(233) —— Crustacés et Échinodermes, in: Recherches sur la faune de Madagascar et de ses dépendances d'après les découvertes de François P. L. Pollen et D. C. Van Dam, V. Partie, 2. Livr. Leyde 1874.

(234) —— Echinodermen, gesammelt während der arctischen Fahrten des „Willem Barents" in den Jahren 1878 und 1879. Niederländ. Archiv f. Zool Supplement I, 1881—1882, p. 7—14.

(235) **Honeyman,** Nova Scotian Echinodermata. Proc. and Transact. Nova Scotian Institute of Natural Science of Halifax, Nova Scotia 1889, p. 253—259.

(236) **Horst, R.,** Naamlijst der tot de Nederlandsche fauna behoorende Echinodermata. Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging. 2. Serie, Deel I. Leiden 1885—87, p. 69—76, Pl. V.

(237) **Hoyle, W. E.,** On the Deep-water Fauna of the Clyde Sea-area. Journ. Linn. Soc. London, Vol. 20, 1889, p. 442—472.

Hupé s. **Dujardin.**

(238) **Hutton, F. W.,** Description of some new Starfishes from New-Zealand. Proc. Zool. Soc. London 1872, p. 810—812.

(239) **Hutton, F. W.**, Catalogue of the Echinodermata of New-Zealand. 8°. Wellington, New-Zealand 1872.

(240) —— Corrections and Additions of the Catalogue of New-Zealand Echinodermata (1872) in: Transact. and Proceed. New-Zealand Institute. Vol. 9 (1876), 1877, p. 362.

(241) —— Notes on some New-Zealand Echinodermata, with Descriptions of new Species. Transact. and Proc. New-Zealand Institute 1878, Vol. 11 (erschienen 1879) Wellington, Art. XXXI, p. 303—308.

(242) —— Notes on a Collection from the Aucklands Islands and Campbell Island. Ibidem, Art. XXXVIII, p. 337—343.

(243) **Jves, J. E.**, On two new species of Starfishes. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1888, Part. III, p. 421—424.

(244) —— Catalogue of the Asteroidea and Ophiuroidea in the Collection of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Proc Acad. Nat. Sc. Philadelphia for 1889, p. 169—179.

(245) —— Echinoderms from the Northern Coast of Yucatan and the Harbor of Vera Cruz. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1890, 317—340, Pl. VIII.

(246) —— Echinoderms and Arthropods from Japan. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1891, p. 210—223, Pl. VII—XII.

(247) —— Echinoderms from Bahamas Islands. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1891, p. 337—341, Pl. XVI.

(248) Echinoderms and Crustaceans collected by the West Greenland Expedition of 1891. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1891, p. 479—481.

James, siehe **Graham.**

(249) **Jatta, Gius.**, Sulle forme che assume il nucleo vitellino delle Asterie e di alcuni ragni. Atti Accad. Napoli, Vol. IX., 1882, 12 pp., 1 Tav.

(250) **Jickeli, Carl F.**, Vorläufige Mittheilung über das Nervensystem der Asteriden. Zool. Anzeiger, Bd. XI, 1888, p 339—342.

(251) **Johnston, G.**, Illustrations in British Zoology. Loudon's Magaz. Nat. Hist. Vol. 9, 1836, p. 144—147: On Asterias rubens and A. Johnstoni Gray. p. 298—300: On Asterias auranciaca and A. endeca. p. 474—475: On Asterias papposa.

(252) **Jones, Th. Rymer**, Zur Naturgeschichte der Asteriden. Froriep's Neue Notizen, Bd. 12, No. 248, 1839, p. 81—83.

(253) **Jourdain, S.**, Sur les yeux de l'Asteracanthion rubens. Comptes rendus, T. 60, 1865, p. 103—105.

(254) —— Recherches sur l'appareil circulatoire de l'étoile de mer commune (Asteracanthion rubens). Comptes rendus, T. 65, 1867, p. 1002—1004.

(255) —— Sur les voies par lesquelles le liquide séminal et les oeufs sont évacués chez l'Astérie commune. Comptes rendus, T. 94, 1882, p. 744—746.

(256) **Jullien, Jules**, Description d'un nouveau genre des Stellérides de la famille des Astériadées (Marthasterias foliacea). Bull. soc. zool. France, Vol. 3, 1878, p. 141—143.

(257) **Kade, David**, Stellae marinae quinque radiorum holsaticae coloris violacei anatome. In: Linck, De stellis marinis; Appendix, 1733, p. 97—102.

(258) **Koehler, R.**, Contribution a l'étude de la faune littorale des îles anglo-normandes. Ann. sc. nat. Zool. (6) T. XX, Art. Nr. 4, Paris 1886, 62 pp., 1 Taf.

(259) **Kölliker, A.**, Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere. Berlin 1841. Mit 3 Tafeln.

(260) —— Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre. Verh. med.-phys. Verein, Würzburg 1857.

(261) **Konrad, G. Fr.**, De Asteriarum fabrica. Diss inaug. Halae 1814. 4°.

(262) **Koren, J.** et **D. C. Danielssen**, Observations sur la Bipinnaria asterigera. Ann. scienc. nat. (3) T. VII, 1847, p. 347—352, Pl. 7.

(263) **Koren, J.** og **D. C. Danielssen**, Fauna littoralias Norvegiae. III. Liefr. Bergen 1877. Fol. Enthält: **Sars, M.**, New Echinoderms.

Koren, siehe auch **Danielssen**, sowie **Düben**, sowie **M. Sars.**

(264) **Korschelt, E.** und **K. Heider**, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere, I. Jena 1890 (Echinoderma, p. 259—308, Fig. 173—225).

(265) **Krohn, A.**, Ueber die Entwicklung der Seesterne und Holothurien. Müller's Archiv, 1853, p. 317—321, Taf. VII, Fig. 7.

(266) **Kowalevsky, A.**, Die Vermehrung der Seesterne durch Theilung und Knospung. Zeitschr. f. wiss. Zool, Bd. 22, 1872, p. 283—284.

(267) **Kowalevsky, A.**, Ein Beitrag zur Kenntniss der Excretionsorgane. Biol. Centralbl. Bd. 9, 1889, Echinodermen, p. 73—74.

(268) **Krukenberg, C. Fr. W.**, Ueber die Enzymbildung in den Geweben und Gefässen der Evertebraten; Untersuchungen aus dem Heidelberger physiologischen Institut. 2. Bd. 3. Heft, 1879, p. 338—377.

(269) —— Vergleichend-physiologische Studien zu Tunis, Mentone und Palermo, III. Abth. Heidelberg 1880.

(270) —— Beiträge zu einer Nervenphysiologie der Echinodermen. In: Vergleichend-physiologische Studien, 2. Reihe. 1. Abth. Heidelberg 1881, p. 76—88.

(271) —— Chemisches über die Skeletttheile der Seesterne. In: Vergleichend-physiologische Studien, 2. Reihe. 5. Abth. Heidelberg 1881.

(272) **Kükenthal, Willy** und **Bernhard Weissenborn**, Ergebnisse eines zoologischen Ausfluges an die Westküste Norwegens. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, Bd. XIX, Jena 1886, p. 776—789.

(273) **Lacaze-Duthiers, H. de**, Sur une forme nouvelle et simple du proembryon des Echinodermes (Stellérides, Asteriscus verruculatus M. et Tr.). Comptes rendus T. 78, 1874, p. 24—30.

(274) —— Leçon d'ouverture du cours de zoologie à la Sorbonne. Arch. zool. expér. et génér. T. III, Paris 1874, p. 1—38.

(275) **Lamarck, J. B. P. A. de**, Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. I. Ed T. II, Paris 1816. II. Ed. T. III, Paris 1840. 8°.

(276) **Lange, Wichard**, Beitrag zur Anatomie und Histologie der Asterien und Ophiuren. Morph. Jahrb. II, 1876, p. 241—286, Taf. XV—XVII; III, 1877, p. 449—452.

(277) **Latreille**, Familles naturelles du règne animal. Paris 1825.

(278) **Leach, W. E.**, Zoological Miscellany. 3 Vols. London 1814—17. 4°.

(279) **Lent, C.**, Die Fauna der Renggerithone von Kandern. Mitth. Bad. Geol. Landesanstalt. II 1892, Heft 3, p. 623—639.

(280) **Lenz, Heinr.**, Die wirbellosen Thiere der Travemünder Bucht. Theil 2. Vierter Bericht d. Comm. z. wiss. Unters. d. deutschen Meere, 7—11. Jahrgang, 1. Abth. Berlin 1882, p. 169—180.

(281) **Leuckart, R.**, Ueber die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. Braunschweig 1848. 8°.

(282) —— Nachträge und Berichtigungen zu dem ersten Bande von J. van der Hoeven's Handbuch der Zoologie. Leipzig 1856.

(283) **Levinsen, G. M. R.**, Kara-Havets Echinodermata. In: Lütken, Dijmphna-Togtets zoologisk-botaniske Udbytte. Kjøbenhavn 1886. 8°. p. 381—418. Tab. XXXIV—XXXV. Résumé p. 513—514.

(284) **Linck, Joh. Henr.**, De stellis marinis. Lipsiae 1733.

(285) **Linnaeus, Carol.**, Museum Tessinianum. Holmiae 1753. Fol.

(286) —— Systema naturae. Edit. X, Holmiae 1758. Edit. XII, Halae et Magdeburgicae 1766—1768. Edit. XII, reformata, Holmiae 1766. Edit. XIII: Siehe **Gmelin.**

(287) **Lo Bianco, S.**, Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. Mitth. Zool. Stat. Neapel, Bd. VIII, 1888, p. 385—440.

(288) **Lochner, Joh. Henr.**, Rariora musei Besleriani, 1716. 4°.

(289) **Locke**, On Asterias antiquata from the blue limestone Cincinnati. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, Vol. 3, 1846, p. 32—34.

(290) **Loeb, J.**, Ueber Geotropismus bei Thieren. Pflüger's Arch. für Phys. 49. B. 1891, p. 175—189.

(291) **Lorenz, J. R.**, Neue Radiaten aus dem Quarnero. Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Classe. Bd. XXXIX, 1860, p. 673—684, mit zwei Taf.

(292) **Loriol, P. de**, Description de quelques Astérides du terrain Néocomien; in: Mém. soc. sc. nat. Neuchâtel, T. V, 1873.

(293) —— Notes pour servir a l'étude des Échinodermes. Recueil zool. suisse, T. I. 1884, p. 605—643, Taf. 31—35.

(294) —— Catalogue raisonné de Échinodermes recueillis par M. V. de Robillard a l'ile Maurice. I. et II. 4°. Genève, 1883 et 1885. (Mém. Soc. Phys. et Hist. natur. de Genève. T. XXVIII, No. 8, p. 55—62, pl. VI, f. 1. T. XXIX, No. 4, 84 pp. u. pl. VII—XXII.)

(295) **Loriol, P. de,** Notes pour servir à l'étude des Échinodermes. Recueil zool. suisse, T. IV, 1888, p. 365—407, pl. 15—18.

(296) —— Notes pour servir a l'étude des Échinodermes. Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève, Vol. suppl. 1891, 31 pp. et 3 pl.

(297) —— Note sur deux Échinodermes nouveux. Bull. Soc. Géol. France (3) T. 17, 1889, p. 150—156, pl. 6.

(298) **Lovén, Sven,** Études sur les Échinoidées. Stockholm 1874. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Bd. 11, No. 7. 4⁰ mit 53 Taf.

(299) **Ludwig, Hubert,** Beiträge zur Anatomie der Asteriden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 29, 1877, p. 99—162, Taf. V—VIII.

(300) —— Zur Kenntniss der Gattung Brisinga. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 31, 1878, p. 216—234, Taf. XV.

(301) —— Ueber die Genitalorgane der Asterina gibbosa. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 31, 1878, p. 395—400, Taf. XXVIII.

(302) —— Die Echinodermen des Mittelmeeres; Prodromus einer monographischen Bearbeitung derselben. Mitth. Zool. Stat. Neapel, Bd. I, Leipzig 1879, p. 523—580.

(303) —— Das Mundskelet der Asterien und Ophiuren; kritische und ergänzende Bemerkungen über dasselbe. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 32, 1879, p. 672—688.

(304) —— Ueber den primären Steinkanal der Crinoideen, nebst vergleichend-anatomischen Bemerkungen über die Echinodermen überhaupt. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 34, 1880, p. 310—332, Taf. XII—XIII.

(305) —— Ueber einige seltenere Echinodermen des Mittelmeeres. Mitth. Zool. Stat. Neapel, Bd. II, Leipzig 1880, p. 53—71, T. IV.

(306) —— Echinodermata, in: Kossmann's Reise nach dem Rothen Meere. V. 1880. 4⁰.

(307) —— Entwicklungsgeschichte der Asterina gibbosa. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 37, 1882, p. 1—98, Taf. I—VIII.

(308) —— Verzeichniss der von Ed. van Beneden an der Küste von Brasilien gesammelten Echinodermen. Mém. couronn. et des savants étr. de l'Acad. de Belgique, T. XLIV, 1882.

(309) —— Echinodermen des Beringsmeeres. Zool. Jahrb., Bd. I, 1886, p. 275—296, Taf. VI.

(310) —— Ueber die Function der Madreporenplatte und des Steinkanals der Echinodermen. Zool Anzeig. 13. Jahrg. 1890, p. 377—379.

(311) **Lütken, Chr.,** De ved Danmarks Kyster levende Pighude. Vidensk. Meddelelser fra den naturh. Foren. Kjøbenhavn 1856, p. 88—110.

(312) —— Oversigt over Grönlands Echinodermata. Kjøbenhavn 1857. 8⁰.

(313) —— Bidrag til Kundskab om de ved Kysterne af Mellem- og Syd-Amerika levende Arter af Söstjerner. Videnskab. Meddel. fra d. naturhist. Foren. Kjøbenhavn 1858, p. 25—96.

(314) —— Kritiske Bemaerkninger om forskjellige Söstjerner (Asterider), med Beskrivelse af nogle nye Arter. Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn, 1864, p. 123—169.

(315) —— Choriaster granulatus, eine neue Gattung aus der Familie der Asteriden, beschrieben im Museum Godeffroy, Catalog IV, 1869, p. XXXV.

(316) —— Gjennemseet Fortegnelse over de ved Danmarks Kyster levende Pighude, tilligemed Oplysninger om deres Udbredning ved de danske Kyster. Vidensk. Meddelels. naturh. Foren. Kjøbenhavn 1871, p. 135—143 u. p. 226 u. p. 386—388.

(317) —— Fortsatte kritiske og beskrivende Bidrag til kundskab om Söstjernerne (Asteriderne). Videnskab. Meddel. fra d. naturhist. Foren. Kjøbenhavn 1871, p. 227—304.

(318) —— Nogle Bemaerkninger om Selvdelingen hos Straaledyrene. Oversigt over det kong. Dansk. Vidensk. Selsk. Forhandl. Kjøbenhavn 1872, p. 108—157 (Résumé, p. 30—54).

(319) **Luidius (Lhwyd), Edw.,** Lithophylacii britannici iconographia. (Londini 1699. 8⁰.) Ed. altera. Subjecitur autoris praelectio de stellis marinis. Oxoniae 1760. 8⁰.

(320) **Luidius, Edwardus,** De stellis marinis oceani britannici. Oxonii 1703. Auch in: Linck, De stellis marinis; Appendix 1733, p. 77—88.

(321) **M'Andrew, Robert,** List of Echinoderms collected in the Gulf of Suez in the Red Sea, s. Gray, Nr. 179a.

(322) **M'Andrew** and **L. Barrett,** List of the Echinodermata dredged between Drontheim and the North Cape. Ann. and Mag. Nat. Hist. (2) Vol. 20, 1857, p. 43—46.

(323) **Mac'Bride, E. W.,** The development of the dorsal organ, genital rhachis and genital organs in Asterina gibbosa. Zool. Anzeig., 16. Jahrg. 1893, No. 419, p. 169—173.

(324) **M'Coy, Fred.,** On some new Mesozoic Radiata. Ann. and Mag. Nat. Hist. (2) Vol. 2, 1848, p. 397—420.

(325) **Mac Munn, C. A.,** Studies in Animal Chromatology. Proc. Birmingham Phil. Soc. Vol. 3, 1883, p. 351—407, pl. 3.

(326) —— On the Chromatology of the Blood of some Invertebrates. Quart. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 25, 1885, p. 469—490, pl. 33, 34.

(327) —— Further Observations on Enterochlorophyll and Allied Pigments. Phil. Transact. Vol. 177, 1886, p. 235—266, pl. 9 and 10.

(328) —— Researches on Myohaematin and the Histohaematins. Phil. Trans. Vol. 177, 1886, p. 267—298, pl. 11 and 12.

(329) —— Contributions to animal Chromatology. Quart. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 30, 1889, p. 51—96, pl. 6.

(330) **Malagoli, M.,** Note paleontologiche sopra un Astrogonium e una Chirodota del pliocene. Atti della società dei naturalisti di Modena; Memorie, Serie III, Vol. VII; Anno XXII, Fasc. I, Modena 1888, p. 68—72, Tav. II.

(331) **Marcgrav, Georg de Liebstad,** Historiae rerum naturalium Brasiliae libri octo: in: Piso, Guil., Historia naturalis Brasiliae, Lugd. Bat. 1648. fol.

(332) **Marchisio, Pietro,** Interno agli Echinaster doriae e tribulus de Filippi e all' Astropecten aster de Filippi. Bollettino dei Musei di Zoologia ed Anatomia comparata della R. Università di Torino. Vol. VIII, 1893, No. 149, p. 1—6.

(333) **Marenzeller, E. v.,** Revision adriatischer Seesterne. Verh. zool.-bot. Gesellschaft, Wien (1875) 1876, p. 361—372.

(334) —— Die Coelenteraten, Echinodermen und Würmer der k. k. öst.-ung. Nordpol-Expedition. Wien 1877. 4°. Mit 4 Taf. (Denkschriften der math.-nat. Klasse d. kais. Akad. d. Wiss. Bd. 35.)

(335) —— Deutsche Benennungen für Poriferen, Coelenteraten, Echinodermen und Würmer. Verh. k. k. zool.-bot. Gesellsch. Wien 1890, p. 177—184.

(336) —— Neue Echinodermen aus dem Mittelmeere. Veröffentlichungen der Commission für Erforschung des östlichen Mittelmeeres. Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Cl. Bd. CII. Abth. I, 1893, p. 66—70.

(337) —— Berichte der Commission für Erforschung des östlichen Mittelmeeres, V. Zoologische Ergebnisse, I. Echinodermen, gesammelt 1890, 1891 und 1892, Wien 1893, 4°. 14 pp. und 4 Taf.

Marenzeller, s. auch **Steindachner.**

(338) **Martens, E. v.,** Ueber ostasiatische Echinodermen. Arch. f. Naturg. 1865, p. 345—360; 1866, p. 57—88, p. 133—189; 1867, p. 106—119, Taf. III.

(339) —— Ueber zwei neue Seesterne von Costarica. Berliner Monatsberichte aus 1865, p. 56—59.

(340) —— Ueber eine neue Pteraster-Art. Sitz. Ges. naturf. Freunde, Berlin 1866, p. 16.

(341) —— in: Von der Decken's Reisen in Ostafrika. III. Bd. 1. Abth., p. 123—134 mit einer Taf.: Seesterne und Seeigel. Leipzig und Heidelberg 1869.

(342) —— Selbsttheilung bei Seesternen. Naturforscher 1879, p. 103—104.

(343) —— Ueber das Wiedererzeugungsvermögen der Seesterne. Sitz.-Ber. Ges. naturf. Freunde, Berlin 1884, p. 25—30.

(344) —— Ein vierzähliger Seestern (Asteriscus verruculatus M. Tr.). Sitz.-Ber. Ges. nat. Freunde, Berlin, für 1889, p. 148.

(345) —— Echinodermen aus Neu-Guinea. Sitz.-Ber. Ges. nat. Freunde, Berlin, für 1889, p. 183—185.

(345a) **Meckel, J. Fr.,** System der vergleichenden Anatomie; 6 Theile; Halle 1821—1833. 8°.

Meckel, J. Fr., s. auch **Cuvier.**

(346) **Meissner, Maximilian,** Asteriden gesammelt von Stabsarzt Dr. Sander auf der Reise S. M. S. „Prinz Adalbert". Archiv für Naturgeschichte, 1892, p. 183—190, Taf. XII

(347) **Metschnikoff, E.,** Studien über die Entwicklung der Echinodermen und Nemertinen. Mém. de l'Acad. imp. de St.-Pétersbourg, VII. Serie, T. XIV, No. 8, St.-Pétersbourg 1869. 4°. Mit 12 Taf.

(348) **Metschnikoff, E.,** Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 24, 1874, p. 69, Notiz über Bipinnaria.

(349) —— Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. Arbeiten Zool. Institut Wien, Bd. V, 1883, p. 1—28, zwei Taf.

(350) —— Zur Kenntniss der Wassergefässanlage bei Asteriden und Echinoideen. Zool. Anz. 1884, p. 62—65.

(351) —— Ueber die Bildung der Wanderzellen bei Asterien und Echiniden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 42, 1885, p. 656—673, Taf. 25—26.

(352) **Mettenheimer, C.,** Ueber die Gesichtsorgane des violetten Seesternes der Ostsee etc. Müller's Arch. 1862, p. 210—225, Taf. V.

(353) **Michelin, Hardouin,** Zoophytes, Échinodermes et Stellérides de l'île Maurice. Magasin de Zoologie, d'Anatomie comparée et de Palaeontologie par Guérin-Méneville, 1845, Paris. 8°. 27 pp. et 6 pl.

(354) —— Échinides et Stéllerides. in: Notes sur l'île de la Réunion par L. Maillard, Paris 186?. 8°. Annexe A. 7 pp., pl. 14—16.

(355) **Miller, S. A.,** Description of four new Species of Silurian Fossiles. Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist. Vol. 3, Cincinnati 1880, p. 140—144, pl. IV.

(356) —— Description of four new Species and a new Variety of Silurian Fossils, and Remarks upon others. Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist. Vol. 3, Cincinnati 1880, p. 232—236, pl. VII.

(357) —— Description of some new and remarkable Crinoids, and other Fossils of the Hudson River Group. Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist. Vol. IV, No. 1, 1881. p. 69—77, pl. I

(358) —— Description of two new Genera and eight new Species of Fossils from the Hudson River Group, with Remarks upon others. Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist. Vol. 5, 1882, p. 34—44, w. 2 pl.

(359) —— Description on a beautiful Starfish and other Fossils. Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist. Vol. 7, 1884, p. 16—20, eine Taf.

Miller, s. auch **Worthen.**

(360) **Milne-Edwards, Alph.,** Les Zoophytes. (In: Cuvier, Le règne animal, nouvelle édition publiée par une réunion de disciples de Cuvier.) Paris 1849. 8°. Avec Atlas.

(361) —— Compte rendus sommaire d'une exploration zoologique faite dans la Méditerranée à bord du navire de l'État „le Travailleur". Comptes rendus Ac. Sc. Paris, T. 93, 1881, p. 876—882.

(362) —— Compte rendu sommaire d'une exploration zoologique faite dans l'Atlantique à bord du navire de l'État „le Travailleur". Comptes rendus Ac. Sc. Paris, T. 93, 1881, p. 931—936.

(363) **Möbius, K.,** Neue Seesterne des Hamburger und Kieler Museums. Hamburg 1859. 4°. 14 pp. und vier Taf

(364) —— Die auf der Fahrt nach Arendal gefangenen Echinodermen. Jahresber. d. Comm. z. wiss. Untersuchung d. deutschen Meere in Kiel f. d. Jahr 1871, I. Jahrgang, Berlin 1873, p. 149.

(365) —— Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius und der Seychellen. Mit einer Karte und 22 Tafeln. Berlin 1880. 4°.

(366) **Möbius, K.,** und **C. Bütschli,** Echinodermata der Nordsee. Jahresber. d. Comm. z. Untersuch. d. deutsch. Meere, II und III, Berlin 1875. 4°.

(367) **Montagu, George,** Description of several Marine Animals found on the South Coast of Devonshire. Transact. Linnean Society London, Vol. VII, 1804, p. 61—85.

(368) **Montaugé, de, frères,** Études pratiques sur les ennemis et les maladies de l'huître. Act. Soc. Linn. de Bordeaux. T. XXXII (4. Sér., T. II), 1878, p. 217—245.

(369) **Müller, Joh.,** Ueber den Bau des Pentacrinus caput medusae. Berichte d. Berliner Akad. 1840, p. 89—106; enthält p. 99—106 eine vorläufige Mittheilung des von ihm und Fr. H. Troschel aufgestellten Systemes der Asteriden.

(370) —— Ueber die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. 7 Abhandlungen. Abh. Akad. Wiss. Berlin, 1848—1854. 1. 1848; 2. 1849; 3. 1850; 4. 1852; 5. 1852; 6. 1853; 7. 1855.

(371) —— Anatomische Studien über Echinodermen. Müller's Archiv 1850, p. 117—155. Berichtigung und Nachtrag dazu, ebend., p. 225—233.

(372) —— Ueber den Bau der Echinodermen. Abh. Akad. Wiss. Berlin aus 1853. Berlin 1854. Mit neun Taf.

(373) **Müller, Joh.**, in: Zeiler, F., und Ph. Wirtgen, Bemerkungen über die Petrefakten der ältern devonischen Gebirge am Rheine, insbesondere über die in der Umgegend von Coblenz vorkommenden Arten. Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinl. und Westphalen, 12. Jahrg. Bonn 1855, p. 1—28, Taf. I—IX.

(374) **Müller, J.**, und **F. H. Troschel**, Ueber die Gattungen der Asterien. Archiv f. Naturgesch. 1840, p. 318—326.

(375) —— System der Asteriden. Braunschweig 1842. 4°. Mit 12 Taf.

(375a) —— Neue Beiträge zur Kenntniss der Asteriden. Arch. f. Nat. 1843, p. 113—131.

(375b) —— Beschreibung neuer Asteriden. Arch. f. Nat. 1844, p. 178—185.

(376) **Müller, Jos.**, Monographie der Petrefacten der Aachener Kreideformation. 1849—1860.

(377) **Müller, Otho Friedr.**, Zoologiae Danicae prodromus. Hafniae 1776.

(378) —— Zoologia Danica. Vol. III et Vol. IV. Hafniae et Lipsiae (1779—84) 1788—1806.

(379) —— Zoologiae Danicae Icones. Fasc. I, Havniae 1777; Fasc. II, Havniae 1780. fol.

(380) **Münster, Georg Graf zu**, Beiträge zur Petrefactenkunde. 1. Heft. 2. Aufl. Bayreuth 1843.

(381) **Nardo, J. D.**, De asteriis. Oken's Isis 1834, Heft VII, p. 716—717.

(382) **Neumayr, M.**, Die Stämme des Thierreiches etc (Echinoderma, p. 348—504). Wien und Prag 1889.

(383) **Nicholson**, and **R. Etheridge jr.**, A Monograph of the Silurian Fossils of the Girvan District in Ayrshire, with special reference to those contained in the „Gray collection". Fasc. III (Annelida and Echinodermata). 1880.

(384) **Niemiec, J.**, Recherches sur les ventouses dans le règne animal. Recueil zool. suisse, T. 2, p. 1—147, pl. 1—5, 1885.

(385) **Noetling, Fr.**, Die Fauna des samländischen Tertiärs, 1. Th., 6. Lief. Echinodermata, p 179—216, sechs Taf. In: Abh. Geol. Specialkarte von Preussen, 6. Bd. Heft 3, 1885.

(386) **Nordgaard, O.**, Enkelte traek af Beitstadfjordens evertebratfauna (Polyzoa, Echinodermata, Hydroidae) In: Bergens Museums Aarbog for 1892, Bergen 1893; No. I.

(387) **Norman, Alfred Merle**, On the Genera and Species of British Echinodermata. Part I. Ann. and Mag. Nat. Hist. (3) Vol. 15, 1865, p. 97—129.

(388) —— Is Asterias tenuispina Lam. a British Species?. Ann. and Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 6, 1890, p. 502—503.

(389) —— On Prof. Jeffrey Bell's „Note on Nomenclature of British Starfishes", with remarks on some Recent Crinoidea. Ann. and Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 7, 1891, p. 382—387.

(390) **Oken, L.**, Lehrbuch der Naturgeschichte, 3. Th. Zoologie, 1. Abth. Jena 1815.

(391) —— Allgemeine Naturgeschichte für alle Stände. 1835.

(392) **Olivi, Giuseppe**, Zoologia adriatica. Bassano 1792. 4°. p. 65—69.

Orbigny, Alcide D', s. **Barker-Webb** et **Berthelot**.

(393) **Otto, Ad. Wilh.**, Beschreibung einiger neuen Mollusken und Zoophyten; mit fünf Taf. Nova Acta Physico-Medica Acad. Caes. Leopoldino-Carol. Nat. Curios. T. XI. Bonn 1823, p. 274—314.

(394) **Owsjannikow, Ph.**, Ueber das Nervensystem der Seesterne. Bull. de l'Acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg, T. XV, 1871, p. 310—318, eine Taf.

(395) **Parelius, Jac. von der Lippe**, Beschreibung einiger Sternrochen oder Asterien. Der kgl. norwegischen Gesellsch. d. Wissensch. (zu Drontheim) Schriften aus dem Dänischen übersetzt, 4. Theil. Kopenhagen und Leipzig 1770. 8°. p. 349—352, Taf. XIV.

(396) **Parker, Charl. A.**, Poisonous qualities of the Star-fish (Solaster papposus). Zoologist (3) Vol. 5, No. 53, London 1881, p. 214—215.

(397) **Pennant, Tom.**, The British Zoology. Vol. IV, London 1777. New Edit. 1812.

(398) **Perrier, Edm.**, Recherches sur les Pédicellaires et les Ambulacres des Astéries et des Oursins. Paris 1869. 4°. Avec 7 Pl. Auch in: Ann. scienc. nat. zool. Paris 5. Sér T. XII, 1869, p. 197—304, pl. 17—18; T. XIII, 1870, Article 1, pl. 2—6.

(399) —— Révision de la Collection de Stellérides du Muséum d'histoire naturelle de Paris. Paris 1875, 8°. Auch in: Arch. zool. expérim. et génér. T. IV, 1875, p. 265—450; T. V, 1876, p. 1—104; p. 209—304. (Meine Citate dieser Schrift beziehen sich alle auf die mit der Jahreszahl 1875 erschienene, besonders paginirte Separatausgabe.)

(400) **Perrier, Edm.**, Les Stellérides des îles du Cap Vert. Bull. soc. zool. France, T. 1, Année 1876, p. 63—71.

(401) —— Diagnoses of new Species of Asteriidae and Linckiidae in the British Museum. Ann. and Mag. Nat. Hist. (4) Vol. 17, 1876, p. 34—36.

(402) —— Étude sur la répartition géographique des Astérides. Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, II. Sér. T. 1, 1878, p. 1—108.

(403) —— Les Stellérides de l'île Saint-Paul. Arch. zool. expér. et génér. T. 8, 1879—1880, p. 47—50.

(404) —— Sur les Étoiles de mer draguées dans les régions profondes du golfe du Mexique et de la mer des Antilles par le navire „The Blake“ de la marine des États-Unis. Compt. rend. Ac. Sc. Paris, T. 92, 1881, p. 59—61.

(405) —— Description sommaire des espèces nouvelles d'Astéries. Bull. of the Mus. Comp. Zool., Harvard College, Cambridge Mass., Vol. IX, No. 1, 1881, p. 1—31.

(406) —— Sur l'appareil reproducteur des Étoiles de mer. Comptes rendus, T. 94, 1882, p. 891—892.

(407) —— Note sur les Brisinga. Comptes rendus, T. 95, 1882, p. 61—63.

(408) —— Sur une Astérie des grandes profondeurs de l'Atlantique, pourvue d'un pédoncule dorsal. Comptes rendus, T. 95, 1882, p. 1379—1381.

(409) —— in: Rapport sur les travaux de la commission chargée d'étudier la faune sous-marine etc. par Alph. Milne-Edwards. (Archives des Missions scientifiques et littéraires, 3. sér. T. IX, Paris 1882, p. 1—59.)

(410) —— Mémoire sur les étoiles de mer recueillies dans la mer des Antilles et le golfe du Mexique durant les expéditions de dragage faites sous la direction de M. Alexander Agassiz. Nouvelles Archives du Museum d'Hist. Nat. de Paris, 2. Sér. T. VI, 1884, p. 127—276, pl. I—X.

(411) —— Sur les Brisingidae de la Mission du Talisman. Compt. rend. T. 101, 1885, p. 441—444.

(412) —— Sur les Stellérides recueillis durant le mission du Talisman. Compt. rend. T. 101, 1885, p. 884—887.

(413) —— Première note préliminaire sur les Échinodermes recueillis durant les campagnes de dragages sous-marins du Travailleur et du Talisman. Ann. Sc. Nat. (6 T. 19, Art. 8, Paris 1885, 72 Seiten.

(414) —— Recherches sur l'organisation des Étoiles de mer. Compt. rend. T. 102, 1886, p. 1146—1148.

(415) —— Les explorations sous-marines. Paris 1886. 8°.

(416) —— Sur le corps plastidogène ou prétendu coeur des Échinodermes. Compt-rend. T. 104, 1887, p. 180—182.

(417) —— Sur la collection d'Étoiles de mer recueillie par la commission scientifique du Cap Horn. Compt. rend. T. 106, 1888, p. 763—765.

(418) —— Échinodermes de la Mission scientifique du Cap Horn. 1. Stellérides. In: Mission scientifique Cap Horn; Zoologie; Tome 6. Paris 1891. 4°. 198 pp. avec 13 planches.

(419) —— Sur les Stellérides recueillis dans le golfe de Gascogne, aux Açores et à Terre-Neuve, pendant les campagnes scientifique du yacht l'Hirondelle. Compt. rend. Acad. Paris, T. 112, 1891, p. 1225—1228.

(420) —— Stellérides nouveaux provenant des campagnes du yacht l'Hirondelle. Mém. soc. zool. France, T. 4, 1891, p. 258—271.

(421) —— Sur la morphologie du squelette des Étoiles de mer. Compt. rend. T. 115, 1892, p. 670—673.

(422) **Perrier, Edm., et J. Poirier**, Sur l'appareil circulatoire des Étoiles de mer. Comptes rendus, T. 94, 1882, p. 658—661.

(423) **Peters, W.**, Uebersicht der Seesterne von Mossambique. Monatsberichte Berliner Akad. 1852, p. 177—178.

(424) **Petersen, G. J.**, Echinodermata, in: Vidensk. Udbytte Kanonbaaden „Hauchs“ Togter. Kjøbenhavn 1889, 4°, p. 35—52.

(425) **Petiver, Jac.**, Gazophylacium naturae et artis. Londini 1711. Fol.

(426) **Pfeffer, Georg**, Mollusken, Krebse und Echinodermen von Cumberland-Sund nach der Ausbeute der deutschen Nordexpedition 1882—1883. Jahrbuch der wissensch. Anstalten zu Hamburg, III. Jahrg., 1886, p. 23—50, mit einer Taf.

(427) **Philippi, A.**, Ueber die mit Asterias auranciaca verwandten und verwechselten Asterien der sicilianischen Küste. Arch. f. Nat. 1837, p. 193—194.

(428) **Philippi, A.,** Verzeichniss chilenischer Echinodermaen. Arch. f. Naturg. 1857, p. 130.

(429) —— Beschreibung einiger neuen Seesterne aus dem Meere von Chiloë. Archiv f. Nat. 1858, p. 264—268.

(430) —— Neue Seesterne aus Chile. Arch. f. Naturgesch. 1870, p. 268—275.

(431) **Plancus, Janus (Giovanni Bianchi),** De conchis minus notis. Venetiis 1739. 4°; p. 39—40, Tab. IV, Fig. A, B, C.

(432) —— De stella marina echinata quindecim radiis instructa epistolae binae. 8°. Florentiae 1743. In: Memorie di diversi valentuom. T. 2, 1744, p. 283—288.

(433) —— De incessu marinorum Echinorum ac de rebus quibusdam aliis marinis. Opuscula instituti scientiarum et artium Bononiensis. T. V, P. 1, Bononiae 1767, p. 236—348. 2 tabb.

(434) **Plinius,** Historia naturalis. 8 voll. Hamburg 1851—56. 8°.

—— Naturgeschichte, übersetzt von Wittstein. 6 Bde., Leipzig 1880—82.

Poirier, J., s. **Perrier.**

(435) **Power, Jeannette,** On the Nourishment and Digestion of the Asterias (Astropecten) aurantiacus. Ann. and Mag. Nat. Hist. (2) Vol. 20, 1857, p. 335—336.

(436) **Preyer, W.,** Ueber die Bewegungen der Seesterne. Mittheilungen aus der Zool. Station zu Neapel. VII. Bd. 1886—1887, p. 27—127 u. p. 191—233, Taf. 7.

(437) **Prouho, H.,** Du sens de l'odorat ches les Étoiles de mer. Compt. rend. Acad. Paris, T. 110, 1890, p. 1343—1346.

(438) **Quenstedt, F. A.,** Der Jura. Tübingen 1858.

(439) —— Handbuch der Petrefaktenkunde. 2. Aufl. Tübingen 1867.

(440) —— Petrefaktenkunde Deutschlands. Abth. I, Bd. IV, Leipzig 1874—1876.

(441) **Ramsay, E. P.,** Catalogue of Echinodermata in the Australian Museum, Part. I, Sydney 1891. 8°.

(442) **Rathbun, Rich.,** A List of the Brazilian Echinoderms. Transact. Connecticut Academy of Arts and Sciences, Vol. V, 1879, p. 139—158.

(443) —— Description of the Species of Heliaster. Proceed. Unit. Stat. Nat. Mus. 1887, Vol. X, p. 440—449, pl. XXIII—XXVI.

(444) **Rathke, H.,** Ueber die Geschlechtsverhältnisse bei den Seeigeln und Seesternen. Froriep's Neue Notizen aus dem Gebiete d. Nat. u. Heilk., Bd. 13, 1840, Nr. 269, p. 65—67.

(445) **Réaumur, R. A. F. de,** Du mouvement progressif et de quelques autres mouvements de diverses espèces de Coquillages, Orties et Etoiles de mer. Mém. Acad. Roy. Scienc. Paris 1710, p. 439—490, pl. IX—XII.

(446) —— Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. Vol. VI. Paris 1742. 4°. (Préface, p. XL und p. LXI—LXII).

(446a) **Report** on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. „Challenger" during the years 1873—76. Narrative; Vol. I, Part. II, London 1885.

(447) **Retzius, A. J.,** Anmärkninger vid Asterias Genus. Nya Handlingar Kongl. Svenska Vetenskaps-Akad. Vol. IV, 1783.

(448) —— Dissertatio sistens species cognitas Asteriarum. Lundae 1805. 4°.

(449) **Rigaux, E.,** Notice géologique sur le Bas Boulonnais. Mém. Soc. Acad. Boulogne, XIV, 1892, p. 108, pl. I et II.

(450) **Risso, A.,** Histoire des principales productions de l'Europe méridionale. Vol. V, Paris et Strassbourg 1826, p. 267—272.

(451) **Römer, F. A.,** Die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges. Hannover 1841.

(452) **Römer, Ferd.,** Neue Asteriden und Crinoiden aus devonischem Dachschiefer von Bundenbach bei Birkenfeld. In: Palaeontographica, Bd. IX, Cassel 1862—1864, p. 143—152.

(453) —— Lethaea palaeozoica; Atlas. Stuttgart 1876. 8°.

Römer, F. s. auch **Bronn.**

(454) **Russo, A.,** Contribuzione all' embriologia degli Echinodermi e sviluppo dell' Asterias glacialis O. F. Müller; in: Bollettino della società di naturalisti in Napoli. Serie I, Vol. VI, (Anno VI, Fasc. I.) Napoli 1892, p. 124—138, Tav. II.

(455) **Romanes, George J.** and **J. Cossar Ewart,** Observations on the Locomotor System of Echinodermata. Philos. Transact. Roy. Soc. (Part. III, 1881) London 1882, p. 829—885, pl. 79—85.

(456) **Rondelet(ius), Guil.**, Libri de piscibus marinis. Lugduni 1554. Fol.

(457) —— Universae aquatilium historiae pars altera. Lugduni 1555. Fol.

(458) **Rumphius**, De amboinsche Rariteitkamer. Amsterdam 1705. Fol.

(459) **Sabine** (Asterias polaris) in: Supplement to the Appendix of Captain Parry's Voyage. London 1824, p. 223, pl. I, fig. 3.

(460) **Salter, J. W.**, On some new Palaeozoic Star-fishes. Ann. and Mag. Nat. Hist. (2) Vol. 20, 1857, p. 321—334, pl. IX.

(461) **Sandberger, Frid.**, Die Versteinerungen des rheinischen Schichtensystems in Nassau. Wiesbaden 1850—1856.

(462) **Sarasin**, Paul und Fritz, Knospenbildung bei Linckia multifora, Lam. Ergebnisse naturwiss. Forschungen auf Ceylon, I. Bd. Wiesbaden 1887—1888, p. 71—79, Taf. IX. Fol.

(463) **Sars, G. O.**, Nye Echinodermer fra den norske kyst. Forh. Vidensk. Selsk. Christiania (1871) 1872, p. 1—31.

(464) —— Researches on the Structure and Affinity of the Genus Brisinga, based on the study of a New Species: Brisinga coronata. Christiania 1875. 4°, with 7 pl.

(465) **Sars, M.**, Beskrivelser og Jagttagelser over nogle maerkelige eller nye i Havet ved den Bergenske Kyst levende Dyr. Bergen 1835.

(466) —— Zur Entwicklungsgeschichte der Mollusken und Zoophyten. Arch. f. Nat. III. Jahrg. 1837, II. Asterias sanguinolenta Müll., p. 404—406.

(467) —— Ueber die Entwicklung der Seesterne. Arch. f. Naturg. 1844, p. 169—178, Taf. VI.

(468) —— Fauna littoralis Norvegiae. 1. Lief. Christiania 1846. Fol.

(469) —— Bidrag til Kundskaben om Middelhavets Littoral-Fauna. Christiania 1857. 8°. Mit 3 Taf.

(470) —— Oversigt af Norges Echinodermer. Christiania 1861. 8°. Mit 16 Taf.

(471) —— Geologiske og zoologiske Jagttagelser, anstillede paa en Reise i en Deel of Trondhjems Stift i Sommeren 1862. Christiania 1863. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, Bd. XII, p. 253—340.

(472) —— Over en ny Art Brachiolaria. Forh. Vidensk. Selsk. Christiania (1863) 1864, p. 126—137. Auch in: Ann. and Mag. Nat. Hist. (3) Vol. 16, 1865, p. 70.

(473) **Sars, M., J. Koren et D. C. Danielssen**, Fauna littoralis Norvegiae. II. Livr. Bergen 1856. Fol. Enthält:

1. **Danielssen et Koren**, Observations sur le développement des Astéries.
2. **Sars**, D'une nouvelle Étoile de mer, Astropecten arcticus.
3. **Asbjörnsen, P. Chr.**, Brisinga endecacnemos.

Sars, M., s. auch **Koren.**

(474) **Sauvage, H. E.**, De la présence du Cribrella oculata dans le Pas-de-Calais. Bull. soc. zool. France, Année 1890, p. 98.

(475) **Savigny, J. C. de**, Iconographie des Echinodermes, Polypes et Zoophytes de l'Egypte. In: Description de l'Egypte (Hist. nat.), Paris 1809. Fol. S. auch **Audouin.**

(476) **Say, Thom.**, On the Species of the Linnean Genus Asterias inhabiting the Coast of the United States. Journ. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, Vol. 5, P. 1, 1825, p. 141—154.

(477) **Schlüter, Cl.**, Fossile Echinodermen des nördlichen Deutschlands. Verh. naturh. Ver. Rheinl. u. Westf. 16. Jahrg. Bonn 1869, p. 225—253, Taf. I—III.

(478) **Schmiedel, Cas. Chr.**, Beschreibung eines Seesternes mit rosenförmigen Verzierungen. Naturforscher, Stück 16, 1781, p. 1—7.

(479) **Schmidtlein, R.**, Beobachtungen über Trächtigkeits- und Eiablage-Perioden verschiedener Seethiere. Mitth. Zool. Stat. Neapel, Bd. I, 1878, p. 124—136.

(480) **Schneider, A.**, Ueber die Entwicklung der Echinodermen. Sitz.-Ber. Ges. naturf. Freunde. Berlin (Jan. 1869/1870, p. 1).

(481) —— Ueber Befruchtung (Asteracanthion). Zool. Anz. 1880, No. 56, p. 252—257.

(482) **Schreber, J. Ch. Dan. v.**, Beschreibung der Seesonne, einer Art Seesterne mit 21 Strahlen. Der Naturforscher, 27. Stück, Halle 1793, p. 1—6, Tab. I u. II.

(483) **Schröter, J. S.**, Von einigen natürlichen Seesternen; Versuch einer Classification der Seesterne; in seinen Abhandlungen über verschiedene Gegenstände der Naturgeschichte, Theil 2, p. 199—242, Halle 1777. 8°.

(484) **Scott, Thom.,** Notes on a Collection of Echinoderms and Molluscan Shells from the Moray Firth District. Proc. R. Physic. Soc. Edinburgh, Vol. 11, 1892, p. 81—84.

(485) **Seba, Albertus,** Thesaurus rerum naturalium. Tom. III. Amstelaedami 1758. Fol.

(486) **Seeley, H.,** Description of two new species of Chalk Starfishes. Ann. and Mag. Nat. Hist. (3) Vol. 2, 1858, p. 335—337.

(487) **Selenka, Em.,** Die Keimblätter der Echinodermen. In: Studien über die Entwicklungsgeschichte der Thiere, 2. Heft, 1883, p. 28—61, T. V—X.

(488) **Semon, Rich.,** Die Homologien innerhalb des Echinodermenstammes. Morph. Jahrb. Bd. 15, 1889, p. 253—307.

(489) —— Zur Morphologie der bilateralen Wimperschnüre der Echinodermenlarven. Jen. Zeitschr. Naturwiss. 25. Bd. 1890, p. 16—25, T. 2.

(490) **Sharpey, W.,** Artikel „Echinodermata" in: Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. II, London 1838, p. 30—46, und Artikel „Cilia", ibidem Vol. I, 1836, p. 615—616.

(491) **Siebold, C. Th. v.,** Zur Anatomie der Seesterne. Müller's Arch. 1836, p. 291—297, Taf. X, Fig. 14—18.

(492) —— Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848.

(493) **Simonowitsch, Sp.,** Ueber einige Asterioiden aus der rheinischen Grauwacke. Sitz.-Ber. math. phys. Classe Acad. Wien, Bd. 64, I. Abth. 1871, p. 77—122, mit 4 Taf.

(494) **Simroth, H.,** Zur Kenntniss der Azorenfauna. Arch. f. Naturg. 1888, p. 179—234, (Seesterne, p. 231.) (Erschien 1889.)

(495) **Sladen, W. Percy,** On the Asteroidea and Echinoidea of the Korean Sea. Journ. Linn. Soc. London, Vol. XIV, 1878, p. 424—445, pl. 8.

(496) —— Note on the Occurrence of Pedicellaster (Sars) in the Far North. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 5, 1880, p. 216—217.

(497) —— On Traces of Ancestral Relations in the Structure of the Asteroidea. Proc. Yorkshire Geol. and Polyt Soc. N. S. Vol. VII, p. 1—10, pl. XV, 1881.

(498) —— Asteroidea dredged during the cruise of the "Knight Errant" in July and August 1880. Proceed. Royal Soc. Edinburgh 1881/82, p. 698—707.

(499) —— Asteroidea dredged in the Faeröe Channel during the Cruise of H. M. S. „Triton" in August 1882. Transact. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. XXXII, Part I, 1883, p. 153—164, pl. XXVI.

(500) —— The Asteroidea of H. M. S. „Challenger" Expedition. Preliminary Notices.
I. Pterasteridae. Journ. Linn. Soc. Zool. Vol. XVI, 1882, p. 189—246.
II. Astropectinidae. Ibidem Vol. XVII, 1883, p. 214—269.

(501) —— Description of Mimaster, a new Genus of Asteroidea from the Faeröe Channel. Transact. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. XXX, Part II. 1883, p. 579—584, Pl. XXXIV.

(502) —— On the Homologies of the Primary Larval Plates in the Test of Brachiate Echinoderms. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. XXIV, London 1884, p. 24—42, pl. I.

(503) —— Report on the Asteroidea collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—76. Voyage of H M. S. Challenger, Zoology, Vol. XXX, London 1889 4°. With 117 pl.

(504) —— On the Asteroidea of the Mergui Archipelago. Journ. Linn. Soc. London, Vol. XXI, 1889, p. 319—331, pl. XXVIII.

(505) —— Echinodermata from South-west Ireland. Proc. Roy. Irish Acad. Vol. 1, 1891, p. 687—704; 5 pl.

(506) —— Monograph on the British fossil Echinodermata from the Cretaceous Formation; Vol. 2, The Asteroidea, Part 1. In: Monogr. Palaeontogr. Soc. London. Vol. 44, 1891, p. 1—28; 8 pl.

Sladen, s. auch **Duncan.**

(507) **Sluiter, C.,** Die Evertebraten aus der Sammlung des Kgl. Naturwissenschaftlichen Vereins in Niederländisch-Indien in Batavia. Echinodermen; III. Asteroidea. In: Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indië; Bd. XLVIII, Batavia 1889, p. 297—313.

(508) **Smith, Edgar A.,** Descriptions of Species of Asteriidae and Ophiuridae from Kerguelen's Island. Ann. Mag. Nat. Hist. (4) Vol. 17, 1876, p. 105—113.

(509) —— Note on the Echinodermata from Duke-of-York Island. Proc. Zool. Soc. London 1877, p. 139.

(510) —— Echinodermata of Rodriguez. Philos. Transact. R. Soc. London, Vol. 168 (Extra-Vol.) 1879, p. 564—568, pl. LI.

(511) **Smith, Edgar A.**, Zoology of Kerguelensland, Echinodermata. Philos. Transact. Roy. Soc. London, Vol. 168, 1879, p. 270—281, pl. 16 u. 17.

Smith, S. J. s. **Verrill.**

Solander s. **Ellis.**

(512) **Spix**, Mémoire pour servir à l'histoire de l'astérie rouge, astérie rubens, Linn.; de l'actinie coriacée, actinia coriacea, Cuv.; et de l'alcyon exos. Ann. du Muséum d'Histoire naturelle, Paris 1809, p. 438—458, pl. XXXII u. XXXIII.

(513) **Steenstrup, J. J. Sm.**, Om de ved Grönlands forekommende Asteracanthion-Arter. Forhandl. skandin. Naturforsker, 7. Möde (1856) 1857, p. 228—232.

(514) **Steindachner, J.**, Veröffentlichungen der Commission für Erforschung des östlichen Mittelmeeres. Vorläufiger Bericht über die zoologischen Arbeiten im Sommer 1891. Sitz.-Ber. Akad. Wien, 100. Bd. 1891, p. 435—447. (v. Marenzeller: Echinoderma, p. 445—456.)

(515) **Stimpson, W.**, Synopsis of the Marine Invertebrata of Grand Manan. Washington 1853. 4°. With 3 Taf.

(516) —— On the Crustacea and Echinodermata of the Pacific Shores of North-Amerika. Boston Journ. Nat. Hist. Vol. VI, 1857, p. 444—532, pl. 18—23. (Echinodermata, p. 522—531, pl. 23, fig. 2—11.)

(517) —— On new Genera and Species of Starsfishes of the Family Pycnopodidae. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 8 (1861—1862), 1862, p. 261—273.

(518) **Storm, V.**, Bidrag til Kundskab om Throndhjemsfjordens Fauna. Kong. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1878, Throndhjem 1879, p. 9—36 (Echinodermer, p. 18—22) und (1880) 1881, p. 73—96 und (1886—87) 1888, p. 58—64.

(519) **Stossich, Ad.**, Breve sunto sulle produzioni marine del golfo di Trieste. Bolletino della Società Adriatica di scienze naturali in Trieste, Vol. II, 1876, p. 349—371.

(520) **Stossich, Mich.**, Prospetto della Fauna del Mare Adriatico; Parte 5. Boll. Soc. Adriat. Sc. Nat. Trieste, Vol. VIII, 1884, p. 79—110.

(521) **Studer, Th.**, Ueber die Vermehrung von Seesternen durch Theilung und Knospung. Mitth. d. naturf. Ges. Bern 1873 (1874), Sitz., p. 52—53.

(522) —— Ueber Echinodermen aus dem antarktischen Meere und zwei neue Seeigel von den Papua-Inseln. Monatsber. Berl. Akad. Berlin 1876, p. 452—465.

(523) —— Die Fauna von Kerguelensland. Archiv für Naturgesch. 1879, p. 104—141.

(524) —— Ueber Geschlechtsdimorphismus bei Echinodermen. Zool. Anzeiger, 1880 p. 523—527 und 543—546.

(525) —— Beiträge zur Meeresfauna West-Afrikas. Zoolog. Anzeig. 1882, p. 333—336, 351—356.

(526) —— Verzeichniss der während der Reise S. M. S. „Gazelle“ um die Erde 1874—1876 gesammelten Asteriden und Euryaliden. Abhandl. Akad. Wissensch. Berlin 1884, 64 pp. mit fünf Taf.

(527) —— Die Seesterne Südgeorgiens nach der Ausbeute der deutschen Polarstation in 1882 und 1883. Jahrb. der wissenschaftlichen Anstalten zu Hamburg, II, Hamburg 1885, p. 141—166, Taf. I und II.

(528) **Stürtz, B.**, Beitrag zur Kenntniss palaeozoischer Seesterne. Palaeontogr. Bd. 32, 1886, p. 75—98, Taf. 8—14.

(529) —— Ueber palaeozoische Seesterne. N. Jahrb. Min. Geol. Pal. 1886, 2. Bd., p. 142—154.

(530) —— Neuer Beitrag zur Kenntniss palaeozoischer Seesterne. Palaeontographica, Bd. XXXVI, Stuttgart 1890, p. 203—247, Taf. XXVI—XXXI.

(531) —— Ueber versteinerte und lebende Seesterne. Verh. Nat. Hist. Ver. Rheinl. und Westf. 1893, p. 1—92, Taf. I.

(532) **Stuxberg, Anton**, Echinodermer från Novaja Semljas haf samlade under Nordenskiöldska expeditionerna 1875 og 1876. Oefvers. K. Vet. Akad. Förh. (1878) 1879, No. 3, p. 27—41.

(533) —— Evertebratfaunan i Sibiriens Ishaf. Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar, Bd. 5, No. 22, Stockholm 1880.

(534) —— Faunan på och kring Novaja Semlja Vega-Expeditionens Vetenskapliga Iakttagelser, Bd. V, Stockholm 1886. 8°.

(535) **Templeton, John**, Catalogue of Irish Annulose and Rayed Animals. London's Magaz. Nat. Hist. Vol. 9, 1836, p. 233—240.

(536) **Teuscher, R.**, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. III. Asteriadae. Jenaische Zeitschrift für Naturwiss. X, 1876, p. 493—516, Taf. XVIII und XIX.

(537) **Thomson, Wyville,** On the Embrology of Asteracanthion violaceum. Quart. Journ. Micr. Sc. (N. Ser.) Vol. I, 1861, p. 99—108, pl. VII, und in: Proc. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. 4, 1862, p. 413—416.

(538) —— On the Embryology of the Echinodermata. Natural History Review 1863, p. 395—415; 1864, p. 581—612.

(539) —— The Depths of the Sea. An account of the general results of the dredging cruises of H. W. SS. „Lightning" und „Porcupine" during the summers of 1868—1869—1870. 8°. London 1868—70. (2. Edit. ibidem 1874.)

(540) —— Notice of some Peculiarities in the Mode of Propagation of certain Echinoderms of the Southern Sea. Journ. Linn. Soc. Zool. Vol. XIII, No. 66, 1876, p. 55—79.

(541) —— The Voyage of the „Challenger". The Atlantic. A preliminary account of the general results of the exploring voyage of H. M. S. „Challenger" during the year 1873 and the early part of the year 1876. 2 Vols. 8°. London 1877.

(542) **Thorent,** Sur l'Asterias constellata foss. Bull. soc. géol. France, 2. Sér., T. I. Paris 1844, p. 208—209, Pl. III, Fig. 1—3.

(543) **Thunberg, C. P.,** Ytterligare Anmärkningar om Asterier, K. Vet. Acad. Handl. Stockholm, Bd. 4, 1783, p. 244—246.

(544) **Tiedemann, Friedr.,** Anatomie der Röhrenholothurie, des pommeranzfarbigen Seesterns und des Stein-Seeigels. Landshut 1816. Fol.

(545) —— Beobachtungen über das Nervensystem und die sensiblen Erscheinungen der Seesterne. In: Meckel's Deutsches Archiv für die Physiologie, Bd. I, 1815, p. 161—175. (Vorläufige Mittheilung zum vorigen Werke.)

(546) **Troschel, H.,** Ueber Seesterne von Mauritius mit Stylifer ovoideus. Verh. Nat. Ver. Rheinl. und Westf. 1876, Sitz., p. 82.

Troschel, s. **Joh. Müller.**

(547) **Van Beneden, P. J.,** Sur deux larves d'Échinodermes de la côte d'Ostende. Bull. Ac. roy. scienc., lettr. et beaux-arts de Belgique, T. XVII, 1850, p. 508—515, 1 pl.

(548) **Verrill, A. E.,** On the Polyps and Echinoderms of New England with Description of New Species. Proceed. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. X, Boston (1864—)1866, p. 333—357.

(549) —— Notes on Radiata. Transact. Connecticut Academy of Arts and Sciences, Vol. I, Part 2, New-Haven 1867—1871, p. 247—613, pl. IV—X.

(550) —— On New and Imperfectly Known Echinoderms and Corals. Proceed. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. XII, Boston 1868—1869, p. 381—396.

(551) —— Descriptions of Starfishes and Ophiurians from the Atlantic Coasts of America and Africa. Americ. Journ. Sc. (3) Vol. 2, 1871, p. 130—133.

(552) —— Report upon the invertebrate animals of Vineyard Sound and adjacent waters. Report of the Commissioner of Fish and Fisheries, Washington 1874, p. 295—778, mit 38 Tafeln.

(553) —— Note on some of the Starfishes of the New England Coast. Americ. Journ. Sc. (3) Vol. 11, 1876, p. 416—420.

(554) —— Notice of Recent Additions to the Marine Invertebrata of the Northeastern Coast of America, with Descriptions of New Genera and Species and Critical Remarks on others. Part I. Proc. U. S. Nation. Museum 1879, p. 165—205 (Echinoderma, p. 201—204).

(555) —— Prelimin. Check-list of the Marine Invertebrata of the Atlantic Coast from Cape Cod to the Gulf of St. Lawrence. New-Haven 1879 (Authors Edition).

(556) —— Notice of Recent Additions to the Marine Fauna of the Eastern Coast of North America. Americ. Journ. Sc. (3) Vol. 17, 1879, p. 472—474 u. Vol. 19, 1880, p. 137—130.

(557) —— Notice of the remarkable Marine Fauna occupying the outher banks of the Southern Coast of New England. Americ. Journ. (3) Vol. 20, 1880, p. 390—403; Vol. 23, 1882, p. 135—142, 216—225; Vol. 24, 1882, p. 360—371; Vol. 28, 1884, p. 213—220, 378—384; Vol. 29, 1885, p. 149—157.

(558) —— Results of the Explorations made by the Steamer „Albatross" off the Northern Coast of the United States in 1883 (Annual Report of the Commissioner of Fish and Fisheries for 1883). Washington 1885, p. 503—699, with XLIV plates.

(559) **Viguier, C.,** Anatomie comparée du squelette des Stellérides. Arch. zool. expér. et génér. T. VII, 1878 (erschienen 1879), p. 33—250, pl. V—XVI.

(560) —— Squelette buccal des Astéries. Arch. zool. exp. et génér. T. VIII, 1879—1880, p. I—V.

(561) **Viguier, C.**, Constitution des Échinodermes. Compt. rend. Paris, T. 98, 1884, p. 1451—1453.

(562) **Vogt, Carl**, und **Emil Yung**, Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. Braunschweig 1888, p. 581—618.

(563) **Volkmann**, Ueber das Gefässsystem der Meersterne. Oken's Isis, 1837, p. 513—514.

(564) **Vulpian, A.**, Leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux, faites au Muséum d'histoire naturelle. Paris 1866.

(565) **Wagner, Nicolas**, Die Wirbellosen des Weissen Meeres. 1. Bd. 1885.

(566) **Walch, J. E. J.**, Nachricht von zwei seltenen Seesternen. Der Naturforscher, Stück 2, Halle 1774, p. 76—79.

(567) —— Abhandlung von der Reproduction der Seesterne. Der Naturforscher, 4. Stück, Halle 1774, p. 57—66.

(568) **Walter, Alfr.**, Ceylon's Echinodermen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 18, 1885, p. 365—384.

(569) **Watase, S.**, On the Morphology of the Compound Eyes of Arthropods. Stud. Biol. Lab. J. Hopkins Univ. Vol. 4, 1890, (p. 324—326, Auge der Echinodermen).

Webb, s. **Barker-Webb.**

Weissenborn, s. **Kükenthal.**

(570) **Wiegmann, Ar. Fr. Aug.**, Diagnosen zweier neuen Seesterne von Meyen's Reise um die Erde. Arch. f. Naturg. 1835, p. 307.

(571) **Williams, Thomas**, On the Uses of the Sandcanal in the Starfishes. Ann. Mag. Nat. Hist. (2) Vol. 19, 1857, p. 55—56.

(572) —— On the so-called „Water-vascular System". Ann. Mag. Nat. Hist. (2) Vol. 19, 1857, p. 133—134.

(573) **Williamson, W. C.**, A notice of two hitherto undescribed species of Radiaria from the Marlstone of Yorkshire. Loudon's Mag. Nat. Hist. Vol. 9, London 1836, p. 425—429.

(574) —— Exhibit and Remarks on Astropecten orion, Kellaways Rock, Pickering, Yorkshire. Proc. Geol. Soc. 1892, p. 184—185.

(575) **Wilson, H.**, The nervous system of the Asteridae; with observations on the structure of their organs of sense, and remarks on the reproduction of lost rays. Transact. Linn. Soc. London, Vol. XXIII, 1860, p. 107—123, pl. XIII—XV.

(576) **Wood-Mason, J.**, and **A. Alcock**, Natural History Notes from H. M. Indian Marine Survey Steamer „Investigator". Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 7, 1891 (Echinoderma, p. 12—15 and p. 427—443).

(577) **Woods, H.**, Catalogue of the Type Fossils in the Woodwardian Museum. Cambridge 1891 (erschien. Jan. 1892).

(578) **Woods, J. E. Tenison**, A List of Australian Starfishes. Transact. and Proc. Philos. Soc. Adelaide (1878—1879) 1879, p. 89—93.

(579) **Worthen, A. H.**, and **S. A. Miller**, Descriptions of new Carboniferous Echinoderms. Geological Survey of Illinois, Vol. VII, 1883 (Asteroidea, p. 327—329).

(580) **Wright, Thom.**, Monograph on the British fossil Echinodermata from the Oolitic Formations. Vol. II, Part I, Asterioidea. Palaeontog. Soc. London 1862. 4°.

(581) **Xantus, John**, Descriptions of three new species of Starfishes from Cape St. Lucas. Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia 1860, p. 568.

Yarrow, s. **Coues.**

Yung, s. **Vogt.**

(582) **Zittel, K. A.**, Handbuch der Paläontologie. I. Bd. 1. Abth. München und Leipzig 1876—1880. 8°.

Verbesserung zum vorstehenden Literatur-Verzeichniss.

p. 473, Zeile 12 von unten; es fehlt am Anfang der Zeile die Nummer (179a).

III. Geschichte.

Wie aus den Schriften des Aristoteles (16) und des Plinius (434) erhellt, waren die Seesterne den Alten wohl bekannt. Auch das Mittelalter hindurch blieben sie keineswegs ganz unbeachtet. Indessen beginnt ihre wissenschaftliche Erforschung doch erst im sechszehnten Jahrhundert, um dessen Mitte Belon (60) ihre Verwandtschaft mit den Seeigeln zuerst erkannte und ihre Bewegungsorgane in ganz zutreffender Weise als bewegliche Saugfüsschen, die er promuscides nennt, beschrieb. Seine Entdeckung blieb aber lange Zeit unbeachtet; sein gleichzeitiger Landsmann Rondelet (456, 457) hat davon ebensowenig eine Ahnung, wie der etwas spätere Aldrovandi (15). Noch anderthalb Jahrhunderte mussten vergehen, bis Lhwyd (Luidius) in seiner Abhandlung über die Seesterne der englischen Küste (320) die schon durch Belon gewonnene Erkenntniss wieder belebte. Bei ihm findet sich auch die erste Angabe über die Regenerationsfähigkeit der Seesternarme. Die echten *Asteroidea* unterscheidet er von den Ophiuren als *stellae coriaceae s. tardigradae.* Wie schon vorher Rondelet, Columna (87) und Aldrovandi, so bereitete auch Lhwyd unsere Kenntnisse der europäischen Arten vor, während Marcgrav (331) und Rumph (458) das Gleiche für die südamerikanischen und ostindischen Formen thaten. Das Verständniss der Seestern-Organisation aber erfuhr damals die erste Förderung durch Réaumur (445), der die Anordnung und Bewegungsweise der Füsschen, die er zuerst mit diesem Namen bezeichnete, an einer Asterias-Art näher erläuterte und deren Beziehungen zu den von ihm entdeckten Füsschen-Ampullen darlegte, wenn ihm auch die Radialkanäle des Wassergefässsystems noch unbekannt blieben. Er ist auch der Erste, der die Wirbelreihe des Armskeletes beschrieb und auf die contractionsfähigen Kiemenbläschen der Körperwand aufmerksam machte.

Nach einigen, nur für die Geschichte des Systemes Interesse bietenden Mittheilungen von Petiver (425), Barrelier (21) und Lochner (288) konnte dann in den dreissiger Jahren des vorigen Jahrhunderts Linck (284) mit seinem bahnbrechenden Werke hervortreten, in dem er alles bis dahin Bekannte zusammenfasste und durch eigene Beobachtungen in dem Maasse bereicherte, dass seine Schrift noch heute die Grundlage unserer Artenkenntniss bildet. Das von ihm aufgestellte System, auf das wir später bei der Geschichte des Systemes zurückkommen müssen, ist freilich ein durchaus künstliches, da es lediglich von der Zahl der Arme ausgeht. Aber er erkannte in der Ausbildung der ambulacralen Armrinnen ein auch noch jetzt allgemein gültiges Unterscheidungsmerkmal der echten Seesterne, die er darum „*stellae fissae*, aufgeritzte Meersterne“ nennt, von den Schlangensternen. Mit der Thatsache, dass die Füsschen wirkliche Locomotionsorgane sind, vermag er sich zwar noch nicht zu befreunden. Die Madreporenplatte schildert er unter der Bezeichnung verruca dorsi

als ein stets excentrisch und interradial gelegenes Organ und ist geneigt, sie ganz richtig für ein allen echten Seesternen eigenthümliches Gebilde zu halten. Den Steinkanal beschreibt er als tuba verrucae und lässt denselben eine zerreibliche, kalkige Substanz umschliessen, meint aber, er sei an beiden Enden geschlossen. Auch ist ihm nicht unbekannt, dass die Armrinnen erweitert und verengert werden können. Zugleich veröffentlichte Linck die anatomischen Untersuchungen Kade's (257), durch welche wir zuerst etwas von den radiären Blinddärmen und den in ihrer Bedeutung als solchen allerdings noch nicht verstandenen Geschlechtsorganen der Seesterne erfahren. Unter der Madreporenplatte beobachtete Kade ausser dem Steinkanal ein zweites, zarteres Gebilde, das offenbar dem „Herzen" der späteren Autoren entspricht. Er scheint auch die Radialkanäle des Wassergefässsystemes schon gesehen zu haben und zeigt, dass die Wirbel des Armskeletes, von denen er die erste genaue Beschreibung gibt, aus je zwei Stücken zusammengesetzt sind.

Nachdem dann Bianchi (431—433) die von Gualtieri (201) vorgeschlagene Bezeichnung Cerebrites sive Maeandrites für Linck's verruca dorsi aufgenommen, brachte die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts fast nur Systematisches auf unserem Gebiete hervor. Linné (286) stellte seinen, auch die Schlangensterne und Comatuliden umfassenden Gattungsbegriff *Asterias* auf; Parelius (395), O. F. Müller (377—379), Pennant (397), Retzius (447, 448) und Fabricius (131) beschrieben die nordeuropäischen und grönländischen, Olivi (392) einige adriatische, Seba (485) auch verschiedene aussereuropäische Arten; Brugière (75) dehnte den Namen Echinodermen, den Klein für die Seeigel eingeführt hatte, zuerst auch auf die Seesterne aus. Für die Entwicklung der anatomischen Kenntnisse ist dieser Zeitraum so gut wie ergebnisslos; nur bei Parelius begegnen wir der ersten Wahrnehmung der Pedicellarien und bei Fabricius der ersten Angabe, dass die Madreporenplatte, die er irrthümlich für einen After hält, durchbohrt sei.

Cuvier's (101, 103) nachhaltigem Einflusse auf die ganze Entwicklung der Zoologie ist es zu danken, dass auch für die Erforschung der Seesterne mit dem Beginne unsers Jahrhunderts eine neue Zeit anhebt, die zunächst in einer Schrift von Spix (512), ferner in den Arbeiten Meckel's (102, 345a) und seines Schülers Konrad (261) und endlich in dem noch heute mustergültigen Werke Tiedemann's (544) ihren Ausdruck fand. Spix schmeichelte sich selbst mit der Meinung, das Nervensystem unserer Thiere entdeckt zu haben; was er aber als solches beschrieb, hat, wie schon Tiedemann zeigte, gar nichts damit zu schaffen. Während Cuvier die Genitalschläuche für zwitterig gehalten, sah Spix sie nicht minder irrig in allen Fällen als Eierstöcke an und glaubte dafür in den bereits von Kade beschriebenen beiden Kanälen unter dem Madreporenkanale (= Steinkanal und „Herz") die männlichen Organe vor sich zu haben. Konrad's vortreffliche Dissertation ist sowohl von seinen Zeitgenossen als auch in der Folgezeit viel weniger beachtet worden als sie verdient.

Zwei Jahre vor Tiedemann's grosser Arbeit*) erschienen, enthält sie eine Reihe von belangreichen Entdeckungen, die gewöhnlich ausschliesslich dem Letzteren, dem Konrad's Schrift allerdings unbekannt war, zugeschrieben werden. So ist Konrad und nicht Tiedemann der Entdecker der interradialen Blindsäcke des Magens, des Wassergefässsystemes als eines in sich zusammenhängenden Apparates, des Wassergefässringes und der Poli'schen Blasen, der jetzt gewöhnlich nach Tiedemann genannten Körperchen am Wassergefässringe, der Zugehörigkeit des Steinkanales zum Wassergefässsysteme und der schon von Kade gesehenen, aber nicht verstandenen radialen Wasserkanäle. Auch den Längsmuskel an der dorsalen Wand der Arme hat er bereits gefunden. In Bezug auf seine Kenntniss der Füsschen-Anordnung (schon Fabricius unterschied Seesterne mit zwei und andere mit vier Füsschenreihen), der Musculatur der Armwirbel und der Genitalöffnungen blieb Tiedemann sogar hinter Konrad zurück. Aeussere Gründe scheinen es veranlasst zu haben, dass Tiedemann's Arbeit besser bekannt wurde und dadurch einen mächtigen Einfluss auf die späteren Forscher ausübte, der der Konrad'schen Publication versagt blieb. Bei allen Vorzügen der Tiedemann'schen anatomischen Darlegung fehlen freilich auch einige auffallende Mängel nicht; sowohl die Muskeln der Wirbel und der Körperwand als auch die Poren der Madreporenplatte sind ihm entgangen und über die Function der Genitalschläuche, deren Oeffnungen er an eine ganz verkehrte Stelle verlegt, hält er an der falschen Ansicht fest, dass sie stets nur Ovarien seien — infolgedessen gelangt er zu der Vorstellung, dass die Seesterne sich immer nur parthenogenetisch fortpflanzen könnten. Aber nicht nur auf die Anatomie erstreckten sich seine Untersuchungen. Auch in den histologischen Bau der Organe versuchte er, soweit es damals möglich war, einzudringen. Zugleich bemühte er sich mit einem Eifer, der ihn namentlich in Betreff des Blutgefässsystemes weiter führte, als die Beobachtungen gestatteten, zu ganz bestimmten Vorstellungen über die physiologische Bedeutung der einzelnen Organe zu gelangen und stellte zu diesem Zwecke die ersten Experimente an dem lebenden Thiere an. Endlich ist hervorzuheben, dass er auch schon über das Wachsthum der Arme die durchaus zutreffende Ansicht vertritt, dass die Entstehung neuer Wirbel an der Spitze der Arme erfolgt.

Mit Tiedemann's Werk war die Anatomie der Seesterne für einige Zeit zum Stillstand gekommen, während die Kenntniss der Arten und ihre systematische Bearbeitung in allmählicher Beschleunigung zunahm durch die Mittheilungen von Montagu (367), Leach (278), Otto (393) Audouin (17), Sabine (459), Desjardins (109), Desmoulins (111), Wiegmann (570), Johnston (251), D'Orbigny (20), Philippi (427), Gervais (158), Grube (193), sowie durch die umfassenderen Ver-

*) Tiedemann's Abhandlung erschien 1816, ist aber, wie der Verfasser in der Vorrede angibt, schon im Jahre 1812 niedergeschrieben. Daraus erklärt sich, dass Tiedemann die Konrad'sche Dissertation nirgends erwähnt.

öffentlichungen von Delle Chiaje (83, 84) und Risso (450) über die mittelmeerischen, Flemming (140) und Forbes (145) über die englischen, Say (476) über die nordamerikanischen und Brandt (67—70) über die nordasiatischen Formen. Unter allen diesen Forschern ragt Delle Chiaje hervor durch die sorgfältige, auch die anatomischen Verhältnisse berücksichtigende Bearbeitung der im Golfe von Neapel lebenden Arten. Gleichzeitig versuchten sich Lamarck (275) und nach ihm Blainville (64—66) an einer systematischen Zusammenfassung aller damals bekannten Arten, für welche Lamarck den Linné'schen Gattungsbegriff *Asterias* so einschränkte, dass er nur noch die echten *Asteroidea* umfasste. Von Blainville (64) rührt die noch jetzt gebräuchliche Bezeichnung Ambulacralstücke für die Wirbelhälften her; von demselben (65) auch die Benennung Madreporenplatte („tubercule madréporiforme"). Lamarck (275) erörterte nebenbei die durch Regeneration erfolgende Entstehung sogenannter Kometenformen und bezeichnete die Madreporenplatte bereits als porös.

Alsdann machte Nardo (381) in allzu grosser Kürze den ersten Versuch, die Linné-Lamarck'sche Gattung *Asterias* in mehrere Gattungen aufzulösen — ein Versuch, den bald darauf L. Agassiz (10) und später Forbes (144) in weit gründlicherer Weise und darum auch mit mehr Erfolg wiederholten und fortführten. Auf dem so vorbereiteten Boden konnten nunmehr, in ein und demselben Jahre 1840, in Deutschland Müller und Troschel (369, 374) und in England Gray (174) neue Systeme der Seesterne aufstellen, von denen ein jedes eine Menge neuer Gattungen und Arten enthält und eine Gruppirung derselben zu natürlichen Familien anstrebt. Beide Systeme wurden in den nächsten Jahren von ihren Begründern weiter ausgebaut, so von Müller und Troschel namentlich in ihrem im Jahre 1842 erschienenen System der Asteriden (375), dem sie zwei Nachträge (in den Jahren 1843 und 1844) folgen liessen, und von Gray in mehreren Schriften (175—177), an welche sich erst im Jahre 1866 eine durch Abbildungen erläuterte, abermalige und vielfach ergänzte Wiedergabe (178) seines Systemes anschloss. Durch die grössere wissenschaftliche Vertiefung und die ausführlichen Diagnosen der Gattungen und Arten hat das Müller-Troschel'sche System bis in die Mitte der siebziger Jahre den Vorrang vor dem Gray'schen behauptet, um erst dann den neueren Klassificationen (s. unten) nach und nach zu weichen.

Während dieser vorwiegend systematischen Entwicklungsperiode war das Interesse an der Anatomie der Seesterne allmählich wieder erwacht. v. Siebold (491) untersuchte den Bau des Steinkanales; Ehrenberg (126) entdeckte die Augen; Volkmann (563) machte einige kurze Bemerkungen über das „Herz", das Auge, die Genitalöffnungen und das Gefässsystem; Sharpey (490) schilderte die von O. F. Müller für Parasiten gehaltenen Pedicellarien, beschrieb die Poren der Madreporenplatte, erklärte dieselbe für einen Filtrirapparat der Wassergefässflüssigkeit und stellte die seit Réaumur festgehaltene und auch von ihm selbst anfänglich vertretene

Behauptung, dass die Kiemenbläschen von einer Oeffnung durchbrochen seien, in Abrede. Rathke (444) und Kölliker (259) erbrachten den Nachweis, dass die bis dahin entweder nur für Eierstöcke oder für Zwitterdrüsen angesehenen Genitalschläuche in dem einen Individuum wirklich Eierstöcke, in dem anderen aber Hoden sind, und stellten dadurch die Getrenntgeschlechtlichkeit unserer Thiere fest. Schliesslich gab v. Siebold (492) in seinem Lehrbuche der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere eine vortreffliche kritische Zusammenstellung der damaligen anatomischen Kenntnisse.

Auch die fossilen Seesterne wurden in jenem Zeitraume Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung, zunächst und vor allen durch Goldfuss (168), an den sich Williamson (573), Desmoulins (111), L. Agassiz (10), v. Hagenow (206), F. A. Römer (451), Graf Münster (380), Thorent (542), Graham, Anthony und James (172) und Locke (289) anreihten.

In das letzte Jahrzehnt dieses Zeitraumes fallen endlich die ersten Angaben über die bis dahin ganz unbekannten Larven. Durch die Entdeckung des von ihm als *Bipinnaria asterigera* bezeichneten, seiner wahren Natur nach freilich noch nicht gleich verstandenen Geschöpfes eröffnete M. Sars (465) die später so reiche Literatur über die Ontogenie der Seesterne. Erst zwölf Jahre nachher zeigten Koren und Danielssen (262), dass die *Bipinnaria* in Wirklichkeit die Larve eines Seesternes ist, wie Sars selbst schon drei Jahre zuvor (467) vermuthet hatte. Unterdessen hatte der Letztere den nicht minder wichtigen Nachweis (467, 468) erbracht, dass es auch Seesterne gibt mit einer abgekürzten, der freischwimmenden Larve entbehrenden Entwicklung, die mit einer besonderen Brutpflege einhergeht.

An diese grundlegenden Beobachtungen knüpfte Joh. Müller mit seinen bewundernswerthen Untersuchungen an (370, 2, 3, 4). Er machte uns mit einer zweiten, von ihm *Brachiolaria* genannten Form der Seesternlarven bekannt und untersuchte den Bau und die Umbildung der Bipinnarien, Brachiolarien, sowie der anderen, abgekürzt sich entwickelnden Jugendformen. Zugleich betrat Joh. Müller mit festen und erfolgreichen Schritten den Boden der vergleichenden Betrachtung der Larven sowohl, wie der ausgebildeten Thiere, indem er ihre Beziehungen zu der Entwicklung und Organisation der übrigen Echinodermen auseinandersetzte (370, 6; 372). In dieser Richtung waren ihm, was das Skelet der erwachsenen Seesterne angeht, Duvernoy (123) und Gaudry (156) vorausgegangen, während seine entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen durch gleichzeitige kleinere Mittheilungen von Desor (112, 113), P. J. van Beneden (547), L. Agassiz (12), Busch (78) und Krohn (265) ergänzt wurden.

Nach Joh. Müller gingen die einzelnen Forschungszweige auf unserem Gebiete immer schärfer auseinander, sodass es sich auch für diese historische Uebersicht empfiehlt die Hauptrichtungen von hier an gesondert zu verfolgen.

Um zunächst zur Systematik zurückzukehren, so blieb das Müller-Troschel'sche System noch mehr als ein Menschenalter das Fachwerk, in welches fast alle Specialforscher ihre Funde eintrugen. Die zahlreichen systematischen Beiträge der Jahre 1842—1875 vermehrten die Zahl der Arten immer mehr. In Betreff der Gattungen war das Auffinden der merkwürdigen Gattung *Brisinga* durch Asbjörnsen (473) von besonderer Bedeutung, weil uns in ihr die erste characteristische Art der Tiefsee entgegen trat, auf deren imposanten Formenreichthum wir nachher zurückkommen werden.

Die meisten systematischen Bereicherungen dieser Zeit und weiter bis in unsere Tage verdanken ihre Entstehung der genaueren Durchforschung einzelner Meeresgebiete und haben demnach zugleich eine faunistische Bedeutung. So bauten, um mit den europäischen Meeren zu beginnen, de Filippi (137), M. Sars (469), Grube (196, 197), Lorenz (291), Heller (222, 223), Gasco (154, 155), v. Marenzeller (333), ich (302, 305), Stossich (520), Carus (82), Schmidtlein (479), Gräffe (171) und Lo Bianco (287) die systematische und biologische Kenntniss der Mittelmeer-Arten weiter aus. Die Seesterne der französischen Küste untersuchten P. Fischer (139), Th. Barrois (24) und Koehler (258), die der englischen Gewässer Dalyell (105), Barrett (22), Norman (387, 388), Hodge (230), Herdman (226), Hoyle (237) und insbesondere Sladen (496, 498, 499, 501, 505) und Bell (35, 37, 44, 46, 48, 50. 53, 54, 56, 57); Letzterer gab schliesslich in seinem Catalog der britischen Echinodermen (56) eine sehr gute kritische Uebersicht aller dort lebenden Formen. Besonders zahlreich sind die Arbeiten, die sich auf nordatlantische und arctische Arten beziehen; um nicht alle aufzuzählen, seien hier nur die wichtigsten genannt: Lütken (311, 316) und Petersen (424) bearbeiteten die dänischen Arten; Möbius und Bütschli (366) diejenigen der Nordsee; Düben und Koren (116), M. Sars (468, 470, 473, 263), G. O. Sars (463, 464), Storm (518), Nordgaard (386) und Grieg (190) erforschten die Seestern-Fauna der scandinavischen Küsten; Steenstrup (513), Lütken (312), v. Marenzeller (334), Duncan und Sladen (118), D'Urban (119), F. Fischer (138), Hoffmann (234), ich (309), Levinsen (283), Stuxberg (532—534) und Ives (248) brachten Aufklärung über die arctischen Formen. Die Arten der atlantischen Inseln erörterten Greeff (183, 188), Perrier (400), Bell (29), Th. Barrois (25), Heilprin (219), Simroth (494) und Ives (247). Die Fauna der nord- und mittelamerikanischen Küsten fand ihre Bearbeiter in Stimpson (515, 516), Xantus (581), Verrill (548—558), A. Agassiz (3, 5), Coues und Yarrow (90), v. Martens (339) und Ives (245—247). Südamerikanische Arten untersuchten Lütken (313), Rathbun (442), ich (308) und Philippi (428—430). Mit antarctischen Arten wurden wir namentlich durch Smith (508—511), Studer (522, 523, 527), Bell (30) und ganz besonders durch Perrier (418) bekannt, mit australischen durch Hutton (238—242), Woods (578), Bell (41) und Ramsay (441).

Die ostasiatischen Seesterne studirten v. Martens (338, 345), Sladen (495, 504), Bell (33, 38—40, 42, 45), Walter (568), Döderlein (114), Sluiter (507) und Ives (246), die ostafrikanischen Michelin (353, 354), Peters (423), v. Martens (341), Möbius (365), Gray (179a), ich (306), Hoffmann (233), Bell (43) und de Loriol (294). — Die Ausbeute einzelner grösseren maritimen Expeditionen beschrieben Studer (526), Meissner (346) und Perrier (417, 418). — Ohne Begrenzung auf ein bestimmtes Faunengebiet wurden einzelne Gattungen und Arten untersucht und beschrieben von Gray (179), Grube (194, 195, 198, 199), Möbius (363), Stimpson (517), Lütken (314, 315, 317), Jullien (256), Bell (28, 31, 32, 34, 36, 52, 55, 59), Loriol (293, 295, 296), Rathbun (443), Ives (243), Hartlaub (215) und v. Martens (340).

Während alle die vorstehend angeführten Beiträge sich ausschliesslich oder doch vorwiegend auf Arten der Littoralzone beziehen, über deren geographische Verbreitung Perrier (402) eine Uebersicht gab, brachten die in den letzten 25 Jahren unternommenen Tiefsee-Forschungen eine ganz neue, überraschend reiche und anscheinend noch lange nicht erschöpfte Fülle interessanter Formen ans Licht. Sladen (500, 503) bearbeitete die grossartigen Funde der englischen „Challenger"-Fahrt, über welche Thomson (541) einen vorläufigen Bericht gegeben hatte. Danielssen und Koren (106, 107) schilderten die von der norwegischen Tiefsee-Expedition heimgebrachten Arten; Verrill (558) berichtete über die Ausbeute des „Albatross"; v. Marenzeller (336, 337) beschrieb die Seesterne der österreichischen Mittelmeer-Fahrten, Alcock (576, 14) die vom „Investigator" im indischen Meere erbeuteten. Neben Sladen ragt aber in besonderer Weise Perrier durch seine rege Thätigkeit auf dem Gebiete der Tiefsee-Asteroiden hervor; er veröffentlichte die Ergebnisse der unter der Leitung von A. Agassiz veranstalteten amerikanischen Fahrten (404, 405, 410) dann diejenigen der ostatlantischen Fahrten der französischen Schiffe „Travailleur" und „Talisman" (408, 409, 411, 412, 413)*) und endlich auch die des fürstlich Monaco'schen Schiffes „l'Hirondelle" (419, 420).

Dass alle diese Funde zu einer Revision und Umgestaltung der Systematik drängten, ist selbstverständlich. Den ersten Anlauf dazu unternahm Perrier in seiner Revision der Seesterne des Pariser Museums (399), indem er den Versuch machte, das Vorkommen und die verschiedene Gestalt der von ihm schon früher (398) untersuchten Pedicellarien für die Begründung systematischer Kategorien zu verwerthen. Sein Schüler Viguier (559) unterwarf nach dem Vorgange von A. Agassiz (5) die Skelettheile überhaupt und diejenigen der Mundumgebung insbesondere einer genaueren, vergleichenden Untersuchung und benutzte die so gewonnenen neuen Gesichtspunkte zu einer schärferen Begrenzung der Gattungen und Familien. Gestützt auf diese Untersuchungen und unter noch einseitigerer

*) Soeben in ausführlicher Darstellung erschienen in: Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman: Echinodermes, I. Paris 1894, 4° avec 26 pl.

Betonung der systematischen Bedeutung der Pedicellarien und der Skelettheile überhaupt stellte dann Perrier (410) sein neues System der Seesterne auf, welches er auch in seinem neuesten, eben erschienenen Werke*) mit einigen Modificationen festhält. Von einer anderen Grundlage geht das unterdessen an der Hand der „Challenger"-Seesterne entstandene System Sladen's (503) aus, das das Vorhandensein oder Fehlen der Randplatten und die Anordnung der Kiemenbläschen in den Vordergrund stellt. Auf beide Systeme, das Perrier'sche und das Sladen'sche, werden wir in dem die Systematik behandelnden Kapitel dieses Buches ausführlicher zurückkommen**).

Neben der soeben in ihren Grundzügen geschilderten Entwicklung unserer Kenntniss der lebenden Formen ging eine rasche Zunahme der bekannten fossilen Arten einher. Abgesehen von manchen kleineren Publicationen anderer Paläontologen und Zoologen sind es vorzugsweise die Arbeiten von Forbes (147—150), Hall (208, 209), Sandberger (461), Joh. Müller (373), Jos. Müller (376), Salter (460), Heller (221), Quenstedt (438—440), Billings (62, 63), Wright (580), F. Römer (452), Simonowitsch (493), Geinitz (157), de Loriol (292), Sladen (506), Miller (355—359), Fraas (152), Halfar (207) und Stürtz (528—531), welche uns über die Seesterne früherer Erdperioden weiter aufzuklären versuchten. Trotzdem sind wir auf diesem Gebiete, auf dem sich der Forschung recht schwer zu überwindende, eigenartige Schwierigkeiten in den Weg stellen, noch weit weniger zu einem befriedigenden Abschlusse gelangt, als das hinsichtlich der lebenden Arten der Fall ist.

Das Studium der gesammten descriptiven und vergleichenden Anatomie der erwachsenen Seesterne wurde nach Joh. Müller zuerst in Deutschland wieder aufgenommen durch Greeff (181, 182, 184) und Hoffmann (232), dann fortgesetzt durch Lange (276), Teuscher (536) und mich (299, 300) und neuerdings in Deutschland durch Hamann (212) und in Frankreich durch Cuénot (91, 93, 99); auch gaben Vogt uud Yung (562) eine durch eigene Beobachtungen bereicherte, zusammenfassende Darlegung der neueren anatomischen Ergebnisse, die sich namentlich durch die Thätigkeit Hamann's und Cuénot's auch auf das histologische Gebiet immer weiter ausgedehnt haben. Daneben liefen Arbeiten über einzelne Organe und Organsysteme. Die Pedicellarien wurden von Herapath (225) und Perrier (398) näher erforscht; den Bau der Augen studirten Wilson (575), Haeckel (204), Mettenheimer (352), Jourdain (253) und Watase (569); das Nervensystem untersuchten Wilson (575), Owsjannikow (394), Baudelot (27), Hamann (211), Jickeli (250) und Cuénot (95); das Skelet wurde von A. Agassiz (5), mir (303), Viguier (559, 560) und Perrier (421) einer näheren Betrachtung

*) Expeditions scientifiques du Travailleur et du Talisman; Echinodermes, I. Paris 1894, 4° avec 26 pl.

**) Doch sei hier im Voraus bemerkt, dass ich im Folgenden in der Regel die Gattungen und Arten im Anschlusse an Sladen anführen werde, mich dagegen in der Abgrenzung der Ordnungen und Familien an Perrier halte.

unterworfen; Perrier (416), Perrier und Poirier (422) und Cuénot (97) machten das Blutgefässsystem zum Gegenstande ihrer besonderen Untersuchungen; über das Wassergefässsytem handelten Williams (571, 572), Jourdain (254), ich (304, 310), Hartog (216), Durham (121) und Cuénot (96); den feineren Bau der Verdauungsorgane erörterte Frenzel (153); auf die Geschlechtsorgane und ihre Producte beziehen sich Arbeiten von mir (301), Studer (524), Jourdain (255), Perrier (406), Hamann (213), Cuénot (92) und Field (136); daran schliessen sich endlich Mittheilungen über die Regeneration und Selbsttheilung von Wilson (575), Lütken (318), Studer (521), Kowalevsky (266), Haeckel (205), v. Martens (342, 343), und P. und Fr. Sarasin (462).

Manche der erwähnten anatomischen und faunistischen Schriften enthalten zugleich physiologische und biologische Beiträge. Ausserdem beschäftigten sich mit einzelnen physiologischen Fragen Power (435), Vulpian (564), Fredericq (151), Krukenberg (268—271), Parker (396), Romanes und Ewart (455), Mac Munn (325—329), Preyer (436), Griffiths (191), Durham (120, 121), Kowalevsky (267), Graber (170), Greenwood (189), Demoor und Chapeaux (108), Loeb (290), Heim (220) und Prouho (437) und legten so den Grund zu einer besseren Kenntniss der Ernährungs- und Nervenphysiologie unserer Thiere.

Die Entwicklungsgeschichte wurde seit Joh. Müller mit besonderem Eifer gepflegt. Danielssen und Koren (473) setzten ihre Beobachtungen fort und machten uns mit der abgekürzten Entwicklung des *Pteraster militaris* O. F. Müll. bekannt. Andere Fälle einer abgekürzten und oft mit einer Brutpflege verknüpften Entwicklung lernten wir namentlich durch Philippi (430), Lacaze-Duthiers (273), Thomson (540) und Perrier (418) kennen. Die Larven und die Entwicklung der Organe studirten Thomson (537), M. Sars (471, 472), Hensen (224), A. Agassiz (1, 2, 5) Metschnikoff (347, 350), Schneider (480), Greeff (185, 187), J. Barrois (23), Goette (166), ich (307), Fewkes (132, 133), Bury (77), Brooks (74), Semon (489), Perrier (418), Field (134, 135), Russo (454) und Mac Bride (322). Den Befruchtungsvorgang und die ersten Entwicklungserscheinungen machten Fol (141—143), O. Hertwig (229) und Schneider (481) zum Gegenstand besonderer Forschungen.

Am Schlusse der Umschau über die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnisse der Seesterne ist endlich auch noch der zusammenfassenden Darstellungen zu gedenken, welche Bronn in der ersten Auflage dieses Werkes (73) sowie Dujardin und Hupé (117) gegeben haben, jener mehr vom morphologischen, dieser mehr vom systematischen Standpunkte aus. Eine Uebersicht der fossilen Formen verdanken wir Zittel (582), eine solche der ontogenetischen Thatsachen Korschelt in dem von ihm gemeinsam mit Heider herausgegebenen Lehrbuche der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere (264).

B. Morphologie.

I. Gesammt-Aussehen.

1. Form.

Für die Gesammtform des Seesternkörpers sind besonders bestimmend: a. das Verhältniss der Länge der freien Armabschnitte oder der Arme im engeren Sinne zu der Grösse der Scheibe; b. die Zahl der Arme; c. die grössere oder geringere Abflachung der Scheibe und die Form der Arme.

a. Bei grösster Verkürzung der freien Armabschnitte kommt eine pentagonale Körpergestalt zur Ausbildung, wie sie am deutlichsten bei den Pentagonasteriden, den *Culcita*-Arten und den Pterasteriden vorliegt. Die Seiten des fünfeckigen Körpers können dabei fast ganz gerade werden oder doch nur eine sehr schwache Concavität zeigen, während sie in anderen Fällen erheblicher eingebuchtet sind und dadurch die fünf den Armen entsprechenden Ecken des Pentagons bestimmter hervortreten lassen. Den stärksten Gegensatz zu diesen pentagonalen Formen, aber durch eine lange Reihe von Uebergängen dennoch damit verbunden, stellen die Brisingiden dar mit ihrer winzigen Scheibe und ihren von der Scheibe abgesetzten, ungemein langen Armen, die dadurch eine freilich nur ganz oberflächliche Aehnlichkeit mit den Schlangensternen bekommen.

b. Die überwiegende Mehrzahl der Arten hält an der Fünfzahl der Arme fest, wenn auch bei vielen, vielleicht sogar bei allen, hier und da einmal Exemplare mit nur vier Armen gefunden werden. Insbesondere zeichnen sich die pentagonalen Formen, sowie die mit wohlentwickelten Randplatten durch das Beharren auf der Fünfzahl aus. Mit der zunehmenden Länge der Arme und der im Verhältniss zur Armlänge abnehmenden Grösse der Scheibe, sowie mit dem Mangel deutlicher Randplatten scheint die Neigung zur Vermehrung der Armzahl eine immer grössere zu werden. So treffen wir die stärkste Zunahme der Armzahl bei den Brisingiden, Heliasteriden, Asteriiden und Echinasteriden. Bei den Brisingiden kennen wir überhaupt bis jetzt keine einzige Art, die sich mit nur fünf Armen begnügt; es besitzen vielmehr die *Brisinga*-Arten 7—11, die *Freyella*-Arten 6—13, die *Odinia*-Arten 14—19 Arme und bei *Labidiaster* kann die Armzahl von 25 bis 45 steigen und so die höchste überhaupt bekannte Ziffer erreichen. Daran schliessen sich die Heliasteriden mit 15—40 Armen, ferner aus den Asteriiden *Pycnopodia helianthoides* Br. mit bis zu 21 Armen und aus den Echinasteriden die *Acanthaster*-Arten mit einer bis 20 steigenden Armzahl. Auch bei den Pedicellasteriden gibt es Arten aus den Gattungen *Coronaster* mit 8—11, *Lytaster* mit bis

8 und *Pedicellaster* mit 6 Armen. Unter den Asteriiden begegnen wir ferner bei *Asterias tenuispina* Lam. und mehreren anderen Arten gewöhnlich 7, bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. mitunter, wenn auch selten, bis 8, bei *Asterias calamaria* Gray 6—12 und bei *Asterias volsellata* Slad. 11 Armen. Unter den Stichasteriden besitzt *Coelasterias australis* Verr. 12; unter den Solasteriden haben mehrere Arten 8—13 Arme; unter den Asteriniden kann die Armzahl 5, 6, 7 oder 8 sein und bei *Palmipes rosaceus* Lam. beträgt sie 15. Die isolirt stehende Art *Myxaster sol* Perr. hat 9—10 Arme. Bei verschiedenen *Linckia*-Arten steigt die Armzahl bis auf 7. Die Astropectiniden endlich lehren, dass die Ausbildung der Randplatten die Vermehrung der Arme keineswegs ganz zu hindern vermag; denn es gibt *Luidia*-Arten mit 7, 7—9, 9 und 8—10 Armen.

c. Scheibe und Arme sind in der Regel in dorsoventraler Richtung abgeflacht und zwar auf der Unterseite noch stärker als auf der Oberseite. Der den Umkreis des Körpers bildende Rand ist gewöhnlich gerundet, seltener, z. B. bei *Asterina*- und *Palmipes*-Arten, scharf. Sind gutentwickelte Randplatten vorhanden, so bezeichnen dieselben in bestimmter Weise die Grenze der Ober- und Unterseite; fehlen dieselben, so gehen Ober- und Unterseite oft ohne bestimmte Grenze allmählich in einander über. Die Oberseite wird auch als dorsale oder aborale oder abactinale Seite bezeichnet und die Unterseite als ventrale oder orale oder actinale. Am weitesten geht die Abflachung des ganzen Körpers wohl bei dem mittelmeerischen *Palmipes membranaceus* Linck, der die Gestalt eines abgerundet fünfeckigen, durchscheinend dünnen Cartonblattes annimmt. Auf der anderen Seite fehlt es nicht an Arten, bei denen die Abflachung der Scheiben-Oberseite nicht zur Ausprägung gelangt ist. Alsdann erscheint der Scheibenrücken mehr oder weniger gewölbt, erhoben, aufgetrieben; so z. B. bei *Pteraster, Hymenaster, Marginaster, Pentaceros, Culcita,* einzelnen *Porcellanaster*-Arten, manchen Solasteriden und Asteriiden. Auch die Arme sind dann auf der Oberseite in der Regel gewölbt statt abgeflacht — im Leben durchweg noch stärker als an den conservirten Exemplaren, deren Scheiben- und Armrücken oft ganz erheblich eingesunken ist und dadurch der Form des lebenden Thieres nicht mehr entspricht. Aber auch bei ziemlich flacher Scheibe können die Arme eine gewölbte Oberseite haben, wie dies am besten die Brisingiden zeigen, deren Arme noch dazu in ihrem basalen Theile gewöhnlich angeschwollen sind. Nicht selten, z. B. bei *Pentaceros*, gehen von der Mitte des Scheibenrückens fünf stumpfe Längskanten aus, welche den dorsalen Medianlinien der einzelnen Arme folgen und so dem ganzen Armquerschnitt zu einer abgerundet dreikantigen Form verhelfen. Dabei können die dorsalen Längskanten der Arme auch noch durch stärkere Entwicklung der Stacheln ausgezeichnet sein. Sowohl bei kantigen als bei einfach gewölbten Armen kann die dorsale Medianlinie der Arme auch durch eine Reihe besonders entwickelter Skeletplatten ausgezeichnet sein, z. B. bei *Ophidiaster*- und *Narcissia*-Arten, bei *Cnemidaster* und *Pholidaster*.

Nicht ohne merklichen Einfluss auf das Gesammtaussehen ist der Umstand, ob der Rand der Arme von der Basis bis zur mehr oder weniger abgerundeten Armspitze in gerader oder in convexer Richtung verläuft; in ersterem Falle, der der häufigere ist, stellt der Umriss des Armes ein kurzes oder langes Dreieck dar; im zweiten Falle, z. B. bei manchen *Astropecten-, Luidia-, Hymenaster-, Korethraster*-Arten, wird er mehr oder weniger lancett- oder blattförmig. Besonders schmal werden die Arme, wenn ihre oberen Randplatten in der dorsalen Medianlinie des Armes zusammenstossen, wobei jene Linie zugleich eine Längsreihe von Stacheln tragen kann, wie bei *Styracaster horridus* Slad., und *armatus* Slad. oder derselben entbehrt, wie bei *Hyphalaster inermis* Slad., *Thoracaster cylindratus* Slad., *Nymphaster albidus* Slad. Das Vorhandensein oder Fehlen der Randstacheln sowie deren Form, Zahl und Grösse trägt ebenfalls sehr dazu bei, die Körpergestalt der Seesterne als eine sehr mannigfaltige erscheinen zu lassen. Recht auffallend ist auch manchmal die besondere Grösse der Terminalplatten, z. B. bei *Porcellanaster-* und *Hyphalaster*-Arten.

Der Scheibenrücken erhebt sich bei einigen Arten in seiner Mitte zu einem kurzen oder längeren, kegel- oder zapfenförmigen Fortsatz, dem Rückenanhang (appendice épiproctal Perrier's), der am stärksten bei *Ilyaster mirabilis* Dan. und Kor., *Caulaster pedunculatus* Perr. und *Porcellanaster caulifer* Slad. entwickelt ist und hier auch nicht wie sonst aufrecht steht, sondern niedergebogen erscheint; weniger lang ist er bei *Caulaster sladeni* Perr., den meisten *Porcellanaster*-Arten, bei *Ctenodiscus* und einzelnen *Astropecten*-Arten, ferner bei *Hyphalaster* und *Pseudaster*; an den lebenden Thieren ist er oft undeutlicher als an den in Weingeist conservirten.

2. Grösse.

Zur Bezeichnung der Körpergrösse benützt man am besten die Länge des Armradius, worunter man die gerade Entfernung der Armspitze von der Hauptaxe, also die Länge einer radialen Hauptebene, versteht; das Wort „Arm" ist hier für das ganze Antimer (s. S. 462) gebraucht. Bei ganz regelmässig ausgebildeten Seesternen sind die Armradien desselben Thieres unter sich gleich; doch sind geringe Verschiedenheiten der Armradien desselben Individuums nicht selten; grössere Verschiedenheiten sind fast immer dadurch bedingt, dass einzelne Arme ganz oder theilweise in Verlust gerathen waren, dann regenerirt wurden, aber das Maass der übrigen Arme noch nicht wieder erreicht haben. Die Länge des Armradius gibt zugleich eine Vorstellung von der Gesammtgrösse des Thieres. Will man aber die grösste Länge des ganzen Thieres unmittelbar messen, so muss man sich den Radius eines Armes über die Hauptaxe hinaus verlängert denken, bis er die Verbindungslinie der Spitzen der beiden ihm gegenüberliegenden Arme trifft. Diese Linie der grössten Länge ist natürlich immer kürzer als der doppeltgenommene

Armradius; um wieviel sie kürzer ist, hängt von der Zahl der Arme ab: bei einem fünfarmigen Seesterne ist sie verhältnissmässig kürzer als z. B. bei einem achtarmigen und bei diesem wieder kürzer als bei einem elfarmigen u. s. w. Man kann also aus dem Armradius nur dann die grösste Länge durch Rechnung finden, wenn man zugleich die Zahl der Arme kennt. Ausser dem Armradius wird bei neueren Seestern-Beschreibungen mit Recht stets auch die Länge des Scheibenradius angegeben, worunter man die gerade Entfernung der Spitze des von zwei benachbarten Armen gebildeten Winkels von der Hauptaxe, also die Länge einer interradialen Hauptebene, versteht. Zur Abkürzung bedient man sich des Buchstabens R für den Armradius und des Buchstabens r für den Scheibenradius. R wird auch der grosse und r der kleine Radius genannt. Meistens wird auch das Verhältniss von r : R angegeben, wobei r gleich 1 gesetzt wird. Für die genaue Beschreibung der Seesterne ist es manchmal auch noch von Vortheil, die Breite des freien Armes, an seiner Basis gemessen, anzugeben, obschon sich dieses Maass auch aus der Grösse von R und r berechnen lässt, sobald die Zahl der Arme bekannt ist.

Die Grösse, welche die Seesterne überhaupt erreichen, ist eine sehr verschiedene. Es gibt ganz kleine, kaum 1 cm grosse, und andere, die fast eine grösste Länge von 1 m erreichen. Um in dieser Hinsicht bestimmte Beispiele zu geben, wollen wir lediglich die Länge des Armradius zu Grunde legen. Dieses Maass = R beträgt bei den kleinsten Arten höchstens 2 cm; dann folgen kleine Arten, bei denen R bis 5 cm lang wird, dann mittelgrosse, deren R mehr als 5 und höchstens 15 cm misst, dann grosse, bei denen R bis auf 20 cm steigt, und endlich sehr grosse, deren R mehr als 20 cm beträgt. Weitaus die meisten Arten gehören zu den hier als mittelgrossen bezeichneten. Zu den kleinen Arten gehören beispielsweise viele *Pontaster-*, *Plutonaster-*, *Pseudarchaster-*, *Porcellanaster-*, *Hyphalaster-* und *Astropecten* -Arten, ferner manche Pentagonasteriden, Solasteriden und Pterasteriden. Die kleinste bis jetzt unterschiedene Art scheint der *Marginaster pentagonus* Perr. zu sein, dessen R nur 0,3 cm beträgt. Andere Beispiele von kleinsten Arten sind: die übrigen *Marginaster*-Arten, dann *Caulaster pedunculatus* Perr., *Korethraster setosus* Perr., *K. palmatus* Perr., *Hydrasterias richardi* Perr. *Lytaster inaequalis* Perr., *Asterina pancerii* Gasco, *Plutonaster abbreviatus* Slad., *Porcellanaster tuberosus* und *gracilis* Slad., *Leptoptychaster antarticus* Slad., *Chitonaster cataphractus* Slad., *Cnemidaster wyvillii* Slad. und viele Pterasteriden. Grosse Arten finden sich z. B. unter den Linckiiden, Pentacerotiden und Astropectiniden (*Linckia pacifica* Gray, *Pentaceros reticulatus* Linck, *Moiraster magnificus* Bell). Zu den sehr grossen Arten gehören in der europäischen Fauna *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *Luidia ciliaris* Phil., deren Armradius 22 cm lang wird, ferner *Plutonaster* (*Astropecten*) *subinermis* Phil., bei dem R 25 cm, und *Astropecten aurantiacus* L., bei dem R sogar 33 cm erreicht. Unter den aussereuropäischen begegnen wir besonders grossen Exemplaren

unter den Asteriiden bei *Pycnopodia helianthoides* Br. (R bis 25 cm), unter den Pentacerotiden bei *Pentaceros callimorpus* Slad. (R bis 28 cm), unter den Echinasteriden bei *Mithrodia clavigera* Lam. (R bis 26 cm), unter den Linckiiden bei *Leiaster speciosus* v. Mart. (R bis 26 cm) und unter den Astropectiniden bei *Luidia columbiae* Gray (R bis 22 cm) und *Luidia savignyi* Aud. (R bis 37 cm). Der zuletzt genannte Seestern scheint unter allen lebenden Arten der Littoralzone die bedeutendste Grösse zu erreichen, wird aber noch übertroffen von einer zu den Brisingiden gehörigen Tiefseeform, der *Freyella remex* Slad., deren R nicht weniger als 45 cm misst. Ueberhaupt ist die Familie der die Tiefen bewohnenden Brisingiden durch eine ungewöhnliche Länge des Armradius ausgezeichnet; eine ganze Reihe ihrer Arten zählen zu den Formen mit sehr grossem R, so *Brisinga endecacnemos* Asbj. (R bis 30 cm), *armillata* Slad. (R = 24 cm), *Odinia robusta* Perr. (R = 28 cm), *pandina* Slad. (R = 22 cm), *Freyella pennata* Slad. (R = 20—24 cm), *fragillissima* Slad. (R = 27 cm), *dimorpha* Slad. (R = 25 cm), *tuberculata* Slad. (R = 24 cm), *heroina* Slad. (R = 32 cm), *spinosa* Perr. (R = 30 cm). Abgesehen von den Brisingiden kann man indessen durchaus nicht behaupten, dass die Tiefseeformen sich im Ganzen durch eine besondere Grösse von den Bewohnern der Küstenzone auszeichnen; im Gegentheil, gerade zu den kleinsten Arten gehören vorzugsweise Tiefsee-Arten (vergl. die oben angeführten Beispiele).

3. Farbe.

Die meisten Seesterne prangen im Leben in prächtigen, leuchtenden Farben, welche durch die Weichheit und den Wasserreichthum der oberen Hautschichten einen zarten Glanz und eine gewisse Transparenz erhalten und dadurch in ihrer Schönheit gehoben werden. Sobald die Thiere der Einwirkung der Luft oder des Weingeistes ausgesetzt werden, schwindet zunächst in Folge der Wasserentziehung jener Glanz. Bald werden auch die Pigmente selbst von der zersetzenden Wirkung der Luft, des Lichtes und des Weingeistes angegriffen, bleichen oder werden in gelöster Form von dem Alkohol ausgezogen. Folge davon ist, dass weder die trockenen noch die in Weingeist conservirten Sammlungsexemplare eine auch nur annähernd richtige Vorstellung von dem Aussehen der lebenden Thiere zu geben vermögen; sie zeigen fast alle dasselbe eintönige, fahle Gelbweiss oder schmutzige Gelbbraun. Viele ältere und neuere Artbeschreibungen sind lediglich nach conservirten Thieren gemacht und deshalb in Bezug auf Farbenangaben so gut wie werthlos. Um so erwünschter wäre es unter solchen Verhältnissen eine Anzahl guter, farbiger Abbildungen zu besitzen; indessen ist unsere Literatur ausserordentlich arm daran. Was wir davon haben, beschränkt sich fast ganz auf einige von Herklots (228) veröffentlichte Bilder ostasiatischer Arten, einige Abbildungen nordischer Arten von Danielssen und Koren (107) und einzelne Figuren in den

Publicationen Michelin's (353) und Perrier's (403 u. *)). Ausserdem liegen mir aus dem Nachlasse J. F. Brandt's die von Postels angefertigten, aber niemals zur Veröffentlichung gelangten Aquarelle vor, die Brandt bei seiner Beschreibung der Seesterne der Mertens'schen Reise (67) benützt hat. Auch bin ich in der Lage eine Serie vortrefflicher Aquarelle vor Augen zu haben, die der geschickte Maler der zoologischen Station zu Neapel, Merculiano, für meine in Vorbereitung begriffene Monographie der Mittelmeer-Echinodermen meisterhaft ausgeführt hat. Der auffällige Mangel guter Farbenbilder von Seesternen erklärt sich aus den technisch nicht unbedeutenden Schwierigkeiten ihrer Herstellung. Zum Theil, aber auch nur zum Theil wird dieser Mangel ausgeglichen durch die Sorgfalt, mit der wenigstens einzelne Forscher sich bemüht haben, das Farbenkleid des lebenden Thieres in Worten wiederzugeben; insbesondere verdanken wir solche Angaben v. Martens (338), Lütken (312), Duncan und Sladen (118), Danielssen und Koren (107) und Sluiter (507).

Ueberblickt man diese Abbildungen und Beschreibungen, so ergibt sich, dass in der Färbung der Seesterne, wenn wir zunächst nur die Rückenseite der Thiere in Betracht ziehen, rothe und gelbe Töne vorwalten; ich schätze, dass mindestens die Hälfte aller Arten gelb oder roth gefärbt sind. Die übrigen vertheilen sich annähernd zu gleichen Theilen auf solche, die vorwiegend ein blaues, grünes, graues oder braunes Kleid tragen oder ganz ungefärbt, also weiss, aussehen. Alle die genannten Hauptfarben sind in einer reichen Scala von Nuancen und Mischungen vertreten. Das Roth ist bald ein intensives Karmin- oder Scharlach- oder Ziegelroth, bald ein zartes oder lebhaftes Rosa, bald ein dunkles Braunroth oder ein helles oder dunkles Purpurroth oder es nimmt eine blasse Fleischfarbe an. Das Gelb entspricht dem Indischgelb oder Neapelgelb oder Ockergelb, selbst dem Cadmium der Maler, oder es ist ein helles Safrangelb, oder es zeigt einen leichten Orangeton; häufig tritt es als reines Orange auf; in anderen Fällen verblasst es zu gelblichem Weiss oder trübt sich zu Graugelb oder Braungelb. Zu dem herrlichen Blau mancher Arten führen von den rothen Arten aus violette, violettblaue und lilafarbene hinüber; bald ist das Blau kräftig, bald zart (himmelblau) oder es mischt sich mit Grün oder Grau. Grau tritt in verschiedenen Abstufungen als helles und dunkles Grau, Aschgrau, Schwarzgrau, Grünlichgrau, Blaugrau auf. Von den grünen Arten sind die Einen blassgrün oder meergrün, die Anderen reingrün oder olivengrün oder schwärzlichgrün. Von braunen Arten gibt es hellbraune, gelbbraune, dunkelbraune, rothbraune, graubraune, olivenbraune. Die weissen Arten zeigen mitunter einen opalisirenden (perlmutterähnlichen) Schimmer.

In sehr vielen Fällen ist die Rückenseite nicht einfarbig, sondern in verschiedenen Farben gezeichnet; entweder so, dass anders als die

*) Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman: Echinodermes, I. Paris 1894, 4° avec 26 pl.

Grundfarbe gefärbte Fleckchen und Flecken in unregelmässiger oder regelmässiger Vertheilung auftreten, oder so, dass derartige Flecken auf den Armen die Form von Querbinden annehmen, oder so, dass die Arme ein ihrer Länge nach verlaufendes, dunkleres oder helleres Band tragen. So kommen z. B. blutrothe Flecken auf schwärzlichgrüner, dunkelrothe auf fleischfarbener, rostfarbige auf gelber, gelbe auf violettgrauer, gelbe auf dunkelorangener, gelbe auf meergrüner, braungelbe auf rosafarbiger, blaue auf rother, grüne auf lilafarbener, schwarze auf rother, weisse auf rother Grundfarbe u. s. w. vor. Es gibt ferner z. B. rothe Querbinden auf hellpurpurrothem oder braungelbem, violette auf gelbem, schwärzliche auf aschgrauem, dunkelbraune auf hellbraunem sowie blaue Längsbinden auf orange- oder purpurfarbigem Grunde; häufig sind dunklere Längsbinden auf hellerer oder hellere Längsbinden auf dunklerer, aber im Uebrigen gleicher Grundfarbe. Manchmal wird das ganze Farbenbild der Rückenseite noch mehr belebt durch eine von der Grundfarbe abweichende Färbung der oberen Randplatten, der Terminalplatten, der Stacheln, der Paxillenköpfchen, der Kiemenbläschen oder der Madreporenplatte; die letztere kommt z. B. gelb bei rother Grundfarbe vor, oder fleischfarbig bei blauer, oder weiss bei orange- oder rostfarbener, oder rostfarbig bei grünlicher, blau bei scharlachrother u. s. w.

Die Bauchseite ist durchweg heller als die Rückenseite; Weiss, Gelblichweiss, Blassgelb, Orange, Röthlichweiss, Blasspurpurn, Hellblau, Hellviolett, Hellgrün sind die Farben, denen man hier am meisten begegnet. Von der Farbe der Bauchseite setzen sich die Füsschen oft durch noch hellere oder durch dunklere Färbung ab; manchmal besitzen auch die unteren Randplatten eine besondere Färbung.

Variabilität der Färbung. Die Grenzen, in denen die Färbung bei den Individuen derselben Art variirt, sind bei den Seesternen bald enge, bald recht weite. Die Variationen erstrecken sich sowohl auf die Farben selbst, als auch auf die Zeichnung (Anordnung und Grösse der Flecken und Binden). Nach einigen Andeutungen in der Literatur scheint es, dass bei einzelnen, in der Färbung stark variirenden Arten bestimmte Färbungen als Localvarietäten auftreten; indessen bedarf diese Frage noch einer genaueren Untersuchung. Um von dem Umfange der Variabilität eine Vorstellung zu geben, werden die folgenden Beispiele genügen. *Asterias glacialis* O. F. Müll. kommt bei Neapel in zwei verschiedenen Färbungen vor; die eine ist meergrün mit gelbbraunen Flecken und gelben Stachelspitzen, die andere hellgelbbraun mit dunkelviolettbraunen Flecken und violetten Stachelspitzen. Bei *Asterias polaris* M. und Tr. gibt es ausser den gewöhnlichen purpurrothen Exemplaren auch graulicholivengrüne. Die *Cribrella oculata* Linck variirt nach Duncan und Sladen (118) je nach dem Fundorte; es gibt ziegelrothe, dunkelrothe, hellsafrangelbe und solche, deren Färbung eine Mischung von bläulichen und purpurnen Tönen ist. *Pteraster militaris* O. F. Müll. findet sich in schneeweissen, gelblichweissen und blassfleischfarbenen Exemplaren. Von *Pentaceros muricatus*

Linck beschreibt v. Martens (338) zwei durch Uebergänge verbundene Varietäten; die eine ist oben und unten purpurroth, am Rande tief carminroth und ihre Höcker sind schwarz mit intensiv rothem Hofe; die andere ist oben und unten braungrau, am Rande orangefarbig, an den Armspitzen und an den Höckern schwarzbraun. Derselbe Forscher erwähnt, dass die *Linckia miliaris* Linck an der Oberseite meist himmelblau, mitunter aber grünlichblau oder blassgrün und an der Unterseite oft auch blau, zuweilen aber orangeroth ist. *Nardoa tuberculata* Gray ist nach v. Martens braungelb mit dunkelblutrothen Querbinden; Sluiter aber, dem Exemplare von anderen Fundorten vorlagen, sah daran die rothen Querbinden nie; dafür waren seine Exemplare auf bräunlichgelbem Grunde mit helleren und dunkleren Flecken geadert. Von *Asterina cepheus* M. und Tr. bemerkt Sluiter (507), dass die Thiere, die er im Leben sah, gewöhnlich gelblichgrün und bräunlichgrau gefleckt sind; zuweilen überwiegt aber das Grün, bei andern, aber seltener, das Braun so stark, dass die Thiere grün oder braun erscheinen.

4. Aeussere Beschaffenheit und Consistenz der Körperwand.

Durch die reichlichen und der Oberfläche ziemlich nahen Kalkablagerungen in der Haut haben die meisten Seesterne eine mehr oder weniger harte, widerstandsfähige Körperwand, die nicht selten einen hohen Grad von Derbheit und Starrheit erreicht; doch gibt es auch Arten genug, bei denen die Körperwand von zarter, durchscheinend dünner und leicht biegsamer Beschaffenheit ist. Durch besondere Zartheit der Haut zeichnen sich namentlich viele Pterasteriden aus. Erheben sich die Kalkablagerungen in Form von Körnchen, Höckern, Knöpfchen, Stacheln und Stachelbüscheln, Paxillen und Pedicellarien, so erhält die ganze Oberfläche des Thieres eine entsprechende Rauhigkeit, die indessen häufig an den conservirten und vorzugsweise an den getrockneten Exemplaren viel schärfer hervortritt als an den lebenden Thieren; bei diesen können nämlich die durch die Skelettheile veranlassten Unebenheiten durch die sie überkleidenden turgescenten Hautschichten weit vollkommener verhüllt und verdeckt werden. Ein gutes Beispiel dafür bietet *Echinaster sepositus* Lam., der im Leben sich glatt und schlüpfrig anfühlt und kaum Spuren der zahlreichen Stachelchen erkennen lässt, die den conservirten Exemplaren eine durchaus rauhe Oberfläche verleihen. Bei einzelnen Formen ist übrigens der Hautüberzug der Skelettheile so mächtig geworden, dass die letzteren auch am conservirten Thiere ganz oder fast ganz verdeckt bleiben, so z. B. bei *Tylaster willei* Dan. und Kor., bei *Porania* und *Culcita*.

Näher auf die verschiedenen Formen der Hautskeletstücke, ihr Vorkommen und ihre Anordnung einzugehen, wird Sache eines späteren Kapitels sein.

II. Haut; Schichten derselben; Hautdrüsen.

Unsere Kenntniss der Seestern-Haut beginnt mit Tiedemann (544), der ganz richtig die beiden Hauptschichten derselben, Oberhaut und Lederhaut, unterschied. Später stellte dann Sharpey (490) fest, dass die Haut einen Wimperüberzug besitzt. Ein genaueres Eindringen in ihren Bau versuchten jedoch erst Greeff (181) und Hoffmann (232), an deren Arbeiten sich diejenigen von Teuscher (536), Lange (276) und mir (299) anschliessen. Weiterhin haben dann Hamann (211, 212) und Cuénot (93, 99) die feineren histologischen Verhältnisse erforscht.

Wir unterscheiden von aussen nach innen: 1) die Cuticula, 2) das Körperepithel (= Subcuticularschicht), das mit der Cuticula zusammen die Epidermis oder Oberhaut bildet, 3) die Lederhaut (Corium, Cutis).

1) Die Cuticula ist auf der ganzen Körperoberfläche als ein glashelles, homogenes, ziemlich derbes Häutchen deutlich entwickelt; während alle anderen Autoren sie als dünn und fein bezeichnen, nennt Cuénot sie dick. Nach demselben Forscher besteht sie aus einzelnen, je einer darunter gelegenen Zelle entsprechenden Stückchen. Von der Fläche gesehen, zeigt sie ein fein punktirtes Aussehen, welches auf das Vorhandensein feinster Porenkanälchen für den Durchtritt der Wimperhärchen hinweist. Diese den Epidermiszellen angehörigen Wimpern sind ungemein fein, ziemlich lang und dicht gestellt; nach Hoffmann kommen sie nur stellenweise vor, während es nach den übrigen vorliegenden Beobachtungen den Anschein hat, dass sie über die ganze Körperoberfläche gleichmässig vertheilt sind.

2) Das Körperepithel ist eine einschichtige Lage hoher, sehr schmaler, senkrecht zur Cuticula gestellter Zellen, die ihren Kern nicht alle auf gleicher Höhe tragen und dadurch den Eindruck eines vielschichtigen Epithels hervorrufen. Die irrthümliche Auffassung, welche Greeff über den Bau des Epithels geäussert hat (er unterschied in demselben ein äusseres Plattenepithel, eine mittlere Parenchymschicht und ein inneres Plattenepithel), ist schon durch Hoffmann's und insbesondere durch Lange's Untersuchungen widerlegt worden. Die Zellen haben eine Länge von 27—36 μ; ungefähr in ihrer Längsmitte liegt der längliche oder rundliche Kern; das innere Ende der Zellen ist fadenförmig verjüngt und endigt in der Regel gabelig auf einer sehr feinen Basalmembran, die das Epithel gegen die Lederhaut scharf abgrenzt. Zwischen diesen eigentlichen von Hamann als Stützzellen bezeichneten Epithelzellen kommen bald in grösserer bald in geringerer Menge zwei verschiedene Sorten von Drüsenzellen sowie (nach Cuénot) intercelluläre Vacuolen vor. Die eine von Hamann Becherdrüsen genannte Art von Drüsenzellen umschliesst einen kugeligen, fein granulirten Secrettropfen und endigt basalwärts entweder mit einem kurzen oder langen Fortsatz oder sitzt der Basalmembran mit breiter Basis auf; Cuénot bezeichnet sie als Schleimdrüsen, welche bei Reizung des Thieres eine reichliche Menge von Schleim abzusondern vermögen.

Die andere, erst von Cuénot unterschiedene Art von Drüsenzellen scheint den Hamann'schen Schlauchdrüsen der Holothurienhaut (s. p. 31) zu entsprechen. Sie sind mit runden, im Leben oft leicht gelblich gefärbten, etwas glänzenden Körnern angefüllt, weshalb Cuénot sie als maulbeerförmige Zellen bezeichnet; er hält sie für Vertheidigungswaffen, deren Secret zur Abwehr anderer Thiere dient. Beide Sorten von Drüsenzellen kommen bei den einzelnen Arten ungleich häufig vor; die maulbeerförmigen sind besonders bei *Astropecten, Echinaster sepositus* und *Asterias*, die Schleimdrüsen namentlich bei *Astropecten* und *Asterias* beobachtet.

Grössere, in die Cutis hinunterreichende Hautdrüsen sind bis jetzt nur bei einem einzigen Seesterne, *Echinaster sepositus* Lam., bekannt geworden. Hier kommen sie in grosser Menge in der Rückenhaut vor und stellen kugelige Gebilde dar, die mit einem kurzen Stiele auf den Boden einer seichten Epidermis-Einsenkung führen, im Uebrigen aber ihre Lage in der Cutis haben. Ihr Durchmesser beträgt gewöhnlich 0,3—0,5 mm. Die Drüse ist von einem bindegewebigen, faserigen, netzförmigen Stroma gebildet, in dessen Maschen sich die Drüsenzellen, in jeder Masche eine, befinden. Die Drüsenzellen sind meist rundlich oder länglich, 27—38 μ gross, besitzen ein stark körniges Protoplasma, einen verhältnissmässig kleinen Kern und sind mehr oder weniger mit kleinen, von der Zelle selbst secernirten, hellen, mitunter gefärbten Bläschen von 5—6 μ Grösse angefüllt, die nach und nach nach aussen rücken und den von den Drüsen gelieferten, fadenziehenden Schleim zusammensetzen. Die Bläschen scheinen aus derselben Substanz zu bestehen, welche die Körner in den oben beschriebenen maulbeerförmigen Drüsenzellen des Epithels bildet.

Auf die im Epithel vorkommenden Sinneszellen, sowie auf die in die tiefere Schicht des Epithels eingelagerten Nervenfasern und Nervenzellen wollen wir erst in dem das Nervensystem behandelnden Kapitel eingehen.

Schliesslich ist in Betreff der Epidermiszellen hervorzuheben, dass sie zugleich Träger des Hautpigmentes sind, das in Gestalt kleinster Körnchen in sie eingelagert ist.

3. Die Lederhaut besteht aus einem fibrillären Bindegewebe, dessen Fasern meistens dicht durcheinander gewebte, wellenförmig verlaufende Bündel bilden. In diesem Bindegewebe entwickeln sich die später zu betrachtenden Skeletstücke der Haut. Als Hauptbestandtheile desselben lassen sich unterscheiden: a) die Grundsubstanz, b) die Fasern, c) die Zellen.

a) Die Grundsubstanz ist von durchaus homogener Beschaffenheit und verhältnissmässig um so reichlicher vorhanden, je weniger dicht die Fasern aneinanderschliessen.

b) Die Fasern treten in verschiedener Dicke und in wechselnder Dichtigkeit auf; sie sind sehr lang und homogen; die gröberen, lockerer

angeordneten wie die ganz feinen, dichter gelagerten und manchmal verfilzten scheinen alle als Ausläufer von Zellen ihre Entstehung zu nehmen, wenn auch bei dem jetzigen Zustand unserer Kenntnisse die Möglichkeit offen bleibt, dass sie zum Theil einer Differenzirung der Grundsubstanz selbst ihren Ursprung verdanken. Alle haben einen ziemlich hohen Grad von Elasticität.

c) Die Zellen finden sich in zwei Hauptformen als Bindegewebzellen und Wanderzellen. Jene sind bald spindelförmig, bald sternförmig, besitzen einen ovalen oder kugeligen Kern und haben eine Grösse von 2,8—4,3 μ. Ihre Ausläufer setzen sich in die Fasern fort, die meistens getrennt verlaufen, mitunter aber auch sich miteinander verbinden. Nach Entwicklung der Fasern werden die Zellen gewöhnlich derart reducirt, dass sie den Fasern nur noch als seitliche Anschwellungen anhängen. Die Wanderzellen liegen in wechselnder Zahl, bald vereinzelt, bald in Gruppen zusammengedrängt, in der Grundsubstanz. Im Leben senden sie amöboide Fortsätze aus, während sie im Tode in der Regel eine kugelige oder eiförmige Gestalt annehmen. Sie haben eine Grösse von 4—10 μ, besitzen ein fein gekörntes Plasma und einen kugeligen Kern.

Die innerste Cutisschicht, die dem erst später zu besprechenden Peritonealepithel zunächst liegt, ist durch den Besitz von Muskelfasern ausgezeichnet, über welche das Nähere in dem besonderen Abschnitt über die Hautmuskulatur mitgetheilt werden soll.

Nach aussen von dieser innersten Lage wird die Haut von einem System von Hohlräumen durchsetzt, auf welche erst im Kapitel Leibeshöhle eingegangen werden kann.

III. Hautskelet.

Alle Skeletgebilde der Körperwand liegen als Verkalkungen der Lederhaut in deren Substanz eingebettet und sind demnach, soweit nicht an einzelnen Stellen, z. B. an den Spitzen der Stacheln, eine Abscheuerung stattgefunden hat, überall an ihrer Aussenseite von einer in der Regel dünnen, unverkalkten Schicht der Lederhaut und von der diese bedeckenden Epidermis überkleidet. Sie zerfallen in zwei Gruppen: 1) tiefer gelegene, meistens grössere Skeletstücke, die das eigentliche Gerüst der Körperwand darstellen und 2) höher gelegene, gewöhnlich kleinere Skeletstücke, die in Form von Körnchen, Stacheln, Schuppen und dergl. den tiefer befindlichen Stücken aufsitzen oder auch unabhängig von ihnen in der oberen Cutisschicht zur Ausbildung gelangt sind. Jene fassen wir als das Hauptskelet (= système intermédiaire Gaudry [156], squelette profond Perrier), diese als äussere Skeletanhänge (= système superficiel Gaudry, squelette tégumentaire Perrier) zusammen. Dazu kommen als eine dritte Gruppe noch besondere Skeletstückchen von microscopischer Kleinheit, die sich in der Wand der äusseren Ambulacralanhänge (= Füsschen) entwickeln können. Wir betrachten zunächst:

A. Die äusseren Skeletanhänge.

Die äusseren Skeletanhänge werden von Perrier*) nach ihrer Form, in ähnlicher Weise wie schon vor längerer Zeit von Gaudry (156), eingetheilt in: Stacheln, Dornen (einschliesslich der Paxillen), Schuppen, Körner und Pedicellarien; dazu kommen noch die Cuénot'schen Wimperstachelchen und Sladen's cribriforme Organe.

1. Die Stacheln stellen bewegliche, stabförmig gestreckte, am freien Ende in der Regel zugespitzte, grosse, in der Regel glatte, seltener längsgerippte Fortsätze dar, die meistens einzeln von den Platten des Hauptskeletes getragen werden. Sie entwickeln sich vorzüglich auf den grösseren Platten der Dorsalseite und auf den Randplatten. In der Ordnung der *Forcipulata* sind sie immer, wenigstens an ihrer Basis, von einer Hautverdickung umgeben, in der sich Pedicellarien ausbilden. Bei den *Spinulosa* findet man die Stacheln mitunter von kalkigen Körnchen überzogen (z. B. bei *Acanthaster* [I, 19]); doch sind sie hier von den Pedicellarien, falls solche überhaupt vorhanden sind, stets unabhängig. Bei den *Valvata* kommen echte, d. h. bewegliche Stacheln nur selten vor; dafür können sich hier die Platten des Hauptskeletes selbst zu hohen, stachelförmigen, am Gipfel abgerundeten Höckern erheben. Grenzt sich die Spitze dieser Höcker durch eine Naht ab, so kann sich die Naht zu einem schwach beweglichen Gelenk ausbilden und so der Spitze die Bedeutung eines echten Stachels geben (z. B. bei *Pentaceros muricatus* Linck und *P. belli* de Lor.). In der Ordnung der *Paxillosa* tragen die Randplatten zahlreicher Arten aus den Familien der Archasteriden und Porcellanasteriden bewegliche oder auch unbewegliche, zugespitzte Stacheln, die hier ohne Begleitung von Pedicellarien auftreten und eine Umbildung der Dornen zu sein scheinen, die gewöhnlich die übrige Oberfläche der Randplatten bedecken. Besonders deutlich wird das bei den Astropectiniden, bei denen es unmöglich ist, die in Form von Schuppen, Dornen und Stacheln auftretenden Anhänge der Randplatten durch scharfe Merkmale auseinander zu halten. — An ihrer Basis sind die Stacheln durch eine mit Muskelfasern ausgestattete Gelenkkapsel mit einer mehr oder weniger gewölbten Gelenkfläche der sie tragenden Skeletplatte in Verbindung gebracht. Wie schon Gaudry (156) gezeigt und neuerdings de Loriol (294) bei *Acanthaster*- (I, 20, 21) und *Pentaceros*-Arten hervorgehoben hat, besitzen die einanderzugekehrten Gelenkflächen der Stachelbasis und der Skeletplatte sehr häufig in ihrer Mitte ein kleines, rundes Grübchen zur Insertion eines die Gelenkaxe einnehmenden Ligamentes.

2. Die Dornen unterscheiden sich von den echten Stacheln einmal durch ihre Kleinheit und zweitens dadurch, dass sie gewöhnlich zu mehreren oder gehäuft auf den Skeletplatten angebracht sind. Sie finden sich vorzugsweise auf den Adambulacralplatten (einschliesslich der sog.

*) Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman; Echinodermes, I. Paris 1894, 4° avec 26 pl.

„Zähne“) und auf den ventralen und dorsalen intermediären Platten. Die auf den Adambulacralplatten stehenden werden als Adambulacralstacheln bezeichnet; wie denn überhaupt in der Terminologie häufig die Bezeichnung „Stacheln“ für die Dornen angewendet wird. Durch Uebergänge sind die Dornen sowohl mit den echten Stacheln als auch mit den Schuppen verbunden. Bei den Solasteriden gruppiren sie sich zu strahligen Büscheln; jedes Büschel wird von einem von der unterliegenden Skeletplatte ausgehenden Knopfe getragen — eine Einrichtung, die den Höhepunkt ihrer Ausbildung bei der *Velata* erreicht. Bei den *Paxillosa* ordnen sich die Dornen fast stets auf der sie tragenden Platte in einem oder mehreren concentrischen Kreisen; im Mittelpunkt der Anordnung stehen dann ein oder mehrere gewöhnlich etwas stärkere, centrale Dornen. Erhebt sich dann noch, wie es meistens geschieht, die Platte selbst zu einer kurzen, in der Mitte in der Regel etwas eingeschnürten Säule, so nennt man die ganze Dornengruppe mitsammt der sie tragenden Platte (I, 22) mit einem schon von Lamarck (275), Otto (393) und Delle Chiaje (83) angewendeten, von Gray (174) genauer bestimmten Terminus „paxillus“ (nicht paxilla, wie die meisten Autoren nach dem Vorgange von Müller und Troschel [375] fälschlich schreiben*). Die Dornen besitzen an ihrer Verbindung mit der sie tragenden Skeletplatte kleine Muskeln, die wenigstens an den Adambulacralstacheln und an den Paxillen durch Cuénot (93, 99) genauer nachgewiesen worden sind. Was zunächst die Adambulacralstacheln angeht, so fand der genannte Forscher bei *Asterias glacialis* O. F. Müll., dass in dem Bindegewebe, welches die Stacheln mit der Skeletplatte verbindet und die Oberfläche beider überzieht, zwei Gruppen von Muskelfasern zur Ausbildung gelangt sind, die vom basalen Theile des Stachels zur Skeletplatte gehen und so angeordnet sind, dass das eine dichtere und kürzere Bündel als Senker, das andere, längere und weniger dichte Bündel als Heber des Stachels functionirt. Der bindegewebige Ueberzug des Stachels ist von drüsenreicher Epidermis überzogen, in dessen Tiefe nur wenige Nervenfasern verlaufen. Die Dornen der Paxillenkrone besitzen ebenfalls einen bindegewebigen Ueberzug und darüber eine drüsenreiche Epidermis mit sehr dünner Nervenfaserschicht; die peripherischen unter ihnen können sich mit Hilfe der feinen Muskelfasern an ihrer Basis sowohl senkrecht oder schräg aufrichten (I, 22) als auch horizontal zur Paxillenaxe stellen, sodass der Paxillus bald wie ein zusammengeklapptes Dornenbüschel, bald wie ein kleiner Schirm aussieht.

3. Die Schuppen sind von den Dornen nur durch ihre abgeplattete Gestalt unterschieden; wie jene sind sie gelenkig mit den Skeletplatten verbunden.

4. Die Körner (Granula) sind ebenfalls umgeformte Stachelchen oder Dornen; statt zugespitzt zu sein, sind sie stumpf abgerundet und ihre Höhe überschreitet kaum ihren Querdurchmesser. Meistens bilden sie

*) Tiedemann nannte die Paxillen sternförmige Fortsätze, Delle Chiaje auch calicetti ossei, Gaudry ossicules spiculés.

dicht nebeneinander stehend einen gleichartigen Ueberzug der Skeletplatten. Am stärksten entwickelt trifft man sie in der Ordnung der *Valvata* an; doch kommen sie auch in anderen Ordnungen in guter Entwicklung vor, z. B. bei *Acanthaster* unter den *Spinulosa*, bei manchen Archasteriden und Astropectiniden unter den *Paxillosa* und bei den Zoroasteriden und Stichasteriden unter den *Forcipulata*.

5. Die Pedicellarien. Unter Anwendung des von O. F. Müller (378) für ähnliche Organe der Seeigel eingeführten Namens bezeichnet man als Pedicellarien (Pedicellariae) eigenthümliche Greiforgane, die sich bei zahlreichen Seesternen auf der Oberfläche des Körpers oft in grosser Zahl vorfinden*). Sie haben im allgemeinen eine zangenförmige Gestalt und unterscheiden sich, von Ausnahmen abgesehen, von den gleichnamigen Organen der Seeigel dadurch, dass die Zange aus nur zwei Greifarmen gebildet ist. Sie können eine Grösse von etwa 4 mm erreichen, wenn sie auch viel häufiger beträchtlich kleiner bleiben; zu microscopischer Kleinheit sinken sie indessen kaum jemals herab; doch muss man oft zur Lupe greifen, um sie zu finden. Stets bestehen sie aus inneren, in der äusseren Lage der Lederhaut entstandenen Skelettheilen, aus diese bewegenden Muskeln, aus einem bindegewebigen, auch noch zur Cutis gehörigen Ueberzug und aus einem diesen wieder bedeckenden Epithel, das eine Fortsetzung der Epidermis ist. Sie treten in sehr verschiedenen Formen auf, als welche sich für die erste Betrachtung zangenförmige, deren Greifarme länger als breit sind, und klappenförmige, deren Greifarme breiter als lang sind, unterscheiden lassen; diese wurden schon im vorigen Jahrhundert von Parelius (395) bei *Hippasteria plana* Linck entdeckt, abgebildet und kurz beschrieben; jene hat erst in diesem Jahrhundert Delle Chiaje (83) bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *A. tenuispina* Lam. aufgefunden und als Pedicellarien bezeichnet. Nach Delle Chiaje's Abbildung und Beschreibung erwähnt sie erst Sharpey (490) wieder, der sie bei *Asterias rubens* L. als klauenförmige Fortsätze der Haut anführt. Forbes (145) wiederholte die Sharpey'schen Angaben und fügte hinzu, dass er die zangenförmigen Stachelgebilde oder Pedicellarien bei allen von ihm untersuchten *Asterias- (= Uraster-)* Arten (*glacialis* O. F. Müll., *rubens* L., *violacea* O. F. Müll. und *hispida* Penn.) wahrgenommen habe. Ihre weitere Verbreitung bei anderen Arten und Gattungen wurde erst durch Müller und Troschel (375) festgestellt, die auch den ersten Versuch machten, diese Organe für die Systematik zu verwerthen. Sie unterschieden als Hauptformen: 1) zangenförmige (pedicellariae forcipatae) von schlanker Gestalt, mit schmäleren, spitzeren Armen, und 2) klappenförmige (pedicellariae valvulatae) von breiter Form; auch bemerkten sie, dass diese Organe bald mit einem weichen Stiele versehen sind, bald unmittelbar den Skeletplatten der Haut aufsitzen und dass zu den letzteren stets die klappenartigen Formen gehören; die gestielten Pedicellarien

*) Sie fehlen einer Reihe von Gattungen vollständig, so bei *Solaster, Echinaster, ribrella, Mithrodia, Ophidiaster, Scytaster, Astropecten.*

der Gattung *Asterias* theilten sie wieder in grosse und kleine ein; auch entging es ihnen nicht, dass bei *Luidia* dreiarmige statt der gewöhnlichen zweiarmigen vorkommen. Alsdann versuchte Duvernoy (123) näher in den Bau der Pedicellarien von *Asterias glacialis* O. F. Müll. einzudringen; er erkannte, dass die grösseren Pedicellarien ausser den beiden Skeletstücken, die in den Greifarmen liegen, noch ein drittes Skeletstück besitzen, das jenen zur Basis dient*) und durch Muskeln mit ihnen verbunden ist, als welche er zwei an der Aussenseite der Skeletstücke befindliche Abductoren (= Oeffner der Zange) und zwei an der Innenseite der Skeletstücke angebrachte Adductoren (= Schliesser der Zange) unterschied. Von den kleineren Pedicellarien derselben Species vertrat er die irrthümliche Meinung, dass sie rudimentär gebliebene Formen der grösseren darstellen. Zwölf Jahre später schilderte M. Sars (470) die Pedicellarien seines *Pedicellaster typicus* und lehrte uns dadurch zuerst diejenige Sorte jener Organe besser kennen, die jetzt als „gekreuzte" bezeichnet werden, weil ihre beiden Zangenstücke sich mit den inneren Enden wie die Arme einer Scheere überkreuzen. Was er indessen dabei übersah, war das dritte (basale) Skeletstück, das auch hier den beiden Zangenstücken zur Stütze dient. Erst Norman (387) machte darauf aufmerksam, dass die „kleinen" Pedicellarien der Gattung *Asterias* ebensolche mit gekreuzten Zangenstücken sind, während die „grossen" Pedicellarien derselben Gattung gerade gestellte Zangenstücke besitzen; auch beschrieb er bei *Asterina gibbosa* Penn. gewisse Stachelpaare, die von einfachen Stacheln zu zangenförmigen Pedicellarien hinüberleiten. Ausführlicher ging dann zu gleicher Zeit Herapath (225) auf den Bau unserer Organe bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *A. rubens* L. ein; er theilte sie in forficiforme und forcipiforme**); jene sind identisch mit denjenigen, die Müller und Troschel die „grossen" nannten und die jetzt als gerade (Perrier) bezeichnet werden; diese aber entsprechen den Müller- und Troschel'schen „kleinen", also den jetzigen gekreuzten (Perrier). Von den forficiformen schildert Herapath, wie schon vor ihm Duvernoy, ganz richtig die Zusammensetzung aus zwei Zangenstücken und einem Basalstück; dagegen begegnete ihm in Betreff der forcipiformen dasselbe Versehen wie M. Sars, indem er das auch hier vorhandene, aber durch die inneren Enden der Zangenstücke theilweise verdeckte Basalstück nicht bemerkte; im weichen Stiele seiner forcipiformen Pedicellarien beschreibt er einen centralen Faserstrang, der sich in zwei, an die Zangenstücke herantretende Aeste gabelt, und den er für muskulös erklärt.

In diesem Zustande befanden sich unsere Kenntnisse, als Perrier (398) im Jahre 1869 die Pedicellarien zum Gegenstande umfassender und eingehender Studien machte. Ohne selbst auf Herapath's Arbeit Bezug

*) Eine Angabe, die Gosse, ohne sie zu kennen, für *Asterias rubens* L. bestätigte (Ph. H. Gosse, Tenby: a Sea-side Holiday; London 1856, p. 237—239, pl. XI).

**) Er und Andere nach ihm schreiben fälschlich „forcepiforme".

zu nehmen, nannte er die von jenem als forficiforme bezeichneten Pedicellarien gerade („pédicellaires droits") und die forcipiformen gekreuzte („pédicellaires croisés"). Es gelang ihm bei den gekreuzten das von seinen Vorgängern nicht bemerkte basale Skeletstück aufzufinden. Die Muskeln der „geraden" beschrieb er in Uebereinstimmung mit Duvernoy als ein Paar Adductoren und ein Paar Abductoren, fügte aber hinzu, dass auch bei diesen Pedicellarien ein Muskelbündel die Axe des weichen Stieles durchzieht, sich jedoch nicht wie bei den gekreuzten unter Vergabelung an die Zangenstücke, sondern ungetheilt an das Basalstück befestigt. Die Muskeln an den Skeletstücken der gekreuzten wurden von ihm überhaupt zum erstenmale genauer untersucht und als zwei Paar Adductoren und ein Paar Abductoren beschrieben. Von besonderer Bedeutung für die an dieser Stelle noch nicht näher zu erörternde systematische Verwerthung unserer Organe war Perrier's Nachweis, dass die beiden eben erwähnten gestielten Formen der Pedicellarien sich nur bei den als Asteriiden (im weiteren Sinne) zu bezeichnenden Seesternen (den jetzt als Ordnung der *Forcipulata* zusammengefassten Familien der *Brisingidae, Pedicellasteridae, Heliasteridae, Asteriidae, Zoroasteridae* und *Stichasteridae*) vorfinden, dass dagegen alle Pedicellarien, die bei anderen Seesternfamilien vorkommen, viel unbeständiger sind und sich in dem einen durchgreifenden Punkte von jenen unterscheiden, dass ihnen der weiche Stiel und das Basalstück fehlen und sie dafür mit ihren Zangenstücken unmittelbar den Skeletstücken der Körperwand aufsitzen; sie sind also lediglich aus den Zangenstücken gebildet, deren Zahl aber auch bei ihnen nur ausnahmsweise mehr als zwei beträgt. Diese „sitzenden" Pedicellarien theilt er in zwei Hauptsorten: 1) zangenförmige („pédicellaires en pince"), deren Zangenstücke länger als breit sind, und 2) klappenförmige („pédicellaires valvulaires"), deren Zangenstücke breiter als lang sind. Nachdem dann G. O. Sars (464) noch die gekreuzten Pedicellarien der Gattung *Brisinga*, Viguier (559) die klappenförmigen der Gattung *Ophidiaster*, Studer (526) die geraden und gekreuzten von *Labidiaster radiosus* Lov., Danielssen und Koren (107) die geraden und gekreuzten mehrerer *Asterias*-Arten sowie die zangenförmigen ihres *Bathybiaster pallidus* beschrieben hatten, kam Perrier (410, 418) wiederholt auf die Angelegenheit zurück, bezeichnete wie schon früher (399) die geraden und gekreuzten zusammen als gestielte („pédicellaires pédonculés") und unterschied nunmehr bei den sessilen als eine Nebenform der klappenförmigen die salzfassförmigen („pédicellaires en salière") der Gattung *Ophidiaster* und als eine Nebenform der zangenförmigen die kammförmigen („pédicellaires péctinés") der Gattung *Cheiraster*. Neuerdings bezeichnete er eine andere, namentlich bei *Luidia*-Arten vorkommende Nebenform der zangenförmigen als büschelförmige („pédicellaires fasciculés") und eine den kammförmigen ähnliche der Gattung *Astrogonium* als streifenförmige („pédicellaires fasciolaires"). Die klappenförmigen nannte er jetzt alveoläre („pédicellaires alveolés") und theilte sie in salzfassförmige und eigentliche klappenförmige („pédi-

cellaires valvulaires"); eine Zwischenstellung zwischen beiden nehmen die spatelförmigen ein („pédicellaires spatulés").

Wir können demnach jetzt im Ganzen die folgenden Formen von Pedicellarien unterscheiden:

I. Gestielte; mit besonderem Basalstück.

1. Gekreuzte; die beiden Zangenstücke überkeuzen sich mit ihren inneren Enden (I, 1, 7—10).

2. Gerade; die beiden Zangenstücke überkreuzen sich nicht (I, 2, 3, 5, 6); ausnahmsweise können drei Zangenstücke vorhanden sein*).

II. Sitzende; ohne besonderes Basalstück.

3. Zangenförmige; die Zangenstücke sind nicht in eine Alveole eingepflanzt.

3a. Zangenförmige (im engeren Sinne); es sind nur zwei Zangenstücke vorhanden.

3b. Büschelförmige; mit mehreren, von derselben Skeletplatte getragenen Zangenstücken (I, 15).

3c. Kammförmige; mit zwei Reihen von gestreckten Zangenstücken, die von zwei benachbarten Skeletplatten getragen werden.

3d. Streifenförmige; den kammförmigen ähnlich, aber die Zangenstücke kürzer, gedrungener.

4. Alveoläre; die Zangenstücke sind in eine Alveole eingepflanzt (I, 12).

4a. Salzfassförmige; die Alveole ist quer zu ihrer Längsaxe in zwei Gruben getheilt; die Zangenstücke sind höher als breit (I, 16—18).

4b. Spatelförmige; die Gruben der Alveole sind nur schwach entwickelt, die Zangenstücke spatelförmig.

4c. Klappenförmige; die Alveole ist nicht getheilt; die Zangenstücke (zwei, selten drei oder vier) sind breiter als hoch (I, 12—14); werden die Zangenstücke, wie es nicht selten vorkommt, länger als breit, so werden diese alveolären Pedicellarien zangenförmig und unterscheiden sich dann von den echten, oben unter 3a angeführten, zangenförmigen nur noch durch das Vorhandensein der Alveole (I, 4, 11).

Während wir so namentlich durch die Bemühungen Perrier's eine immer grössere Uebersicht über die verschiedenen Formen erhalten haben, in denen die Pedicellarien auftreten können, setzten Hamann (212) und nach ihm Cuénot (93, 99) die Erforschung ihres feineren Baues fort. Hamann entdeckte die von Perrier früher (398) geleugnete Nervenschicht und schilderte den Bau des Epithels und der Muskelfasern. Cuénot stellte im Gegensatze zu Perrier die muskulöse Natur des

*) Cuénot (93) fand derartige bei *Asterias glacialis* O. F. Müll.

axenständigen Faserstranges im Stiele der gestielten Pedicellarien in Abrede und schrieb den geraden ebensowohl wie den gekreuzten je drei Muskelpaare (ein Paar Abductoren und zwei Paar Adductoren) zu.

Was wir durch diese Forschungen vom feineren Bau der Pedicellarien erfahren haben, bezieht sich, soweit die Weichtheile in Betracht kommen, fast ausschliesslich auf die Gestielten und gibt uns im Ganzen das folgende Bild ihrer Zusammensetzung:

Das äussere Epithel, das auch die einander zugekehrten Flächen der Zangenarme überzieht, hier aber an Dicke abnimmt, ist ein Theil des allgemeinen Körperepithels; es zeichnet sich aus durch seinen Reichthum an beiderlei Sorten von Drüsenzellen (s. S. 506), durch den Besitz von Sinneszellen und einer zwischen die basalen Enden der Epithelzellen eingeflochtenen Nervenfaserschicht, die nach Hamann fast die halbe Dicke der ganzen Epithellage erreichen kann, nach Cuénot aber weniger mächtig entwickelt ist. Dann folgt die bindegewebige Innenmasse der Pedicellarie, in der sich sowohl die Skeletstücke als auch deren Muskeln ausgebildet haben. Die Muskelfasern stimmen mit anderen mesenchymatösen Muskelfasern, z. B. denjenigen der Quermuskeln der Armwirbel, überein, sind also feine, homogene, an den Enden in feinere Fäserchen gespaltene Fasern mit anliegendem, länglichem Kern. In der Axe des Pedicellarien-Stieles liegt ein Strang von dichter zusammengedrängten, parallel und der Länge nach verlaufenden Bindegewebsfasern, den Herapath und Perrier für muskulös gehalten hatten*); bei den geraden Pedicellarien setzt er sich ungetheilt an das basale Skeletstück, bei den gekreuzten aber theilt er sich in zwei Aeste, die sich an die inneren Enden der Zangenstücke begeben (I, 1).

In beiden Sorten der gestielten Pedicellarien haben sich die echten Muskelfasern zu drei Paar Muskeln gruppirt, von denen zwei als Schliesser und eines als Oeffner der Zange functioniren. Bei den Geraden liegen die beiden Paare der Adductoren an der Innenseite der Zange (I, 2, 3); das eine Paar ist kürzer und schwächer als das andere. Jeder der beiden kurzen Adductoren befestigt sich mit dem einen Ende auf dem unteren Bezirke der Innenfläche seines Zangenstückes und mit dem anderen Ende auf der oberen Fläche des Basalstückes. Jeder der beiden langen Adductoren ist ebenfalls auf der oberen Fläche des Basalstückes inserirt, dringt aber aufwärts in das hohle Innere seines Zangenstückes ein, um dort ziemlich nahe an der Spitze seine andere Insertion zu finden. Die beiden Abductoren (I, 2, 3) liegen an der Aussenseite der Skeletstücke, wo sie von der unteren Zone der Aussenfläche des Zangenstückes entspringen und nach kurzem Verlaufe an die Aussenfläche des Basalstückes treten. Bei den Gestielten ist die Anordnung des Abductorenpaares eine ähnliche wie bei den Geraden (I, 1); sie gehen vom unteren Bezirke der Aussenfläche des Zangenblattes zur benachbarten Oberfläche des

*) Perrier scheint übrigens selbst später (410, in der Tafelerklärung) Zweifel an dieser Deutung gehegt zu haben.

Basalstückes. Von den beiden Adductorenpaaren (I, 1) entspricht das eine in seiner Anordnung den langen Adductoren der Geraden. Das andere Adductorenpaar aber ist zwischen den Handhaben der Zangenstücke und dem Basalstück gelegen. Jeder dieser beiden Adductoren erstreckt sich in querer Richtung von der Innenseite einer Handhabe zum Basalstück, sodass er bei seiner Contraction zunächst die Handhabe an das Basalstück heranzieht und dadurch das zugehörige Zangenblatt in entgegengesetzter Richtung der Pedicellarienaxe nähert.

Die von den Muskeln bewegten Skeletstücke selbst sind bei den geraden Pedicellarien viel einfacher geformt als bei den gekreuzten. Jedes Zangenstück (I, 2, 5) hat eine gestreckte, am oberen (freien) Ende entweder verjüngte oder verbreiterte, seltener hakenförmige Gestalt mit gewölbter Aussenfläche und flacher oder concaver Innenfläche, die es seinem Partner zukehrt. Innen- und Aussenfläche sind von einem gemeinschaftlichen Rande begrenzt, der oben und an den Seiten gezähnelt ist; die Zähnchen des einen Zangenstückes greifen beim Schlusse der Pedicellarie genau in die Zwischenräume zwischen den Zähnen des anderen Zangenstückes ein. Nur der unterste Bezirk der Seitenränder ermangelt in der Regel der Zähne und zeigt dafür eine grössere Einkerbung (Ausschnitt). Die Innenfläche des Zangenstückes besitzt in ihrem unteren Abschnitte eine grössere Oeffnung für den Eintritt der Fasern des langen Adductormuskels in das unverkalkte Innere des Zangenstückes. Das untere Ende eines jeden Zangenstückes ruht auf dem Basalstücke, das etwa die Form einer seitlich comprimirten Halbkugel (I, 2, 5, 6) oder einer verhältnissmässig dicken, abgerundet dreieckigen Querplatte hat, die ihre Convexität nach unten richtet und auf ihrer nach oben gerichteten Abflachung (I, 6) eine quer zur Längsaxe der Abflachung gestellte Leiste trägt. Diese Leiste kann sich bei einzelnen Arten ziemlich hoch erheben und ragt dann in den Zwischenraum der beiden Zangenstücke empor. Zu beiden Seiten der Leiste befestigen sich zunächst die Fasern der Adductoren, dann folgt jederseits die Gelenkfläche für das Zangenstück und noch weiter nach aussen die Insertionsstelle der Abductoren.

Erheblich complicirter ist die Form und Anordnung der Skeletstücke in den gekreuzten Pedicellarien, sodass, um die Beschreibung nicht zu umständlich zu machen, für manche Einzelheiten auf die Abbildungen verwiesen werden muss (I, 1, 7—10). Die Zangenstücke sind hier winklig geknickt; den oberhalb der Knickung gelegenen Abschnitt kann man als Zangenblatt von der unterhalb der Knickung befindlichen Handhabe (Griff) unterscheiden (I, 1, 7). Zugleich ist die Handhabe, wie die Ansicht eines Zangenstückes von seiner Innenfläche lehrt (I, 10), erheblich dünner als das Zangenblatt und geht nur von der einen oder anderen der beiden unteren Ecken des Zangenblattes aus. Beide Zangenstücke sind so zu einander gestellt, dass ihre Handhaben, wenn man die Pedicellarie von ihrer breiteren Seite betrachtet (I, 1, 7), sich wie die Arme einer Scheere überkreuzen. Auch hier besitzen die Zangenblätter an dem

scharfen Rande, durch den die Innenfläche mit der gewölbten Aussenfläche zusammenstösst, eine Zähnelung, die beim Schlusse der Pedicellarie in derselben Weise wie bei den Geraden ineinandergreift; doch beschränkt sich die Zähnelung mehr auf den oberen Bezirk des Randes und setzt sich von hier aus in Quer- und Längsreihen (I, 10) auf die innere Fläche der Blätter fort. Zwischen die Handhaben der Zangenstücke schiebt sich von unten her das Basalstück ein, das auf jeder seiner breiteren Aussenseiten (I, 9) eine tiefe, schräge Rinne für die Aufnahme eines Zangenstückes besitzt. Auf seiner oberen Seite (I, 8) lässt das Basalstück vier kurze, schräg aufwärts gerichtete Fortsätze (Apophysen) erkennen, von denen je zwei diagonal gegenüber gelegene von gleicher Gestalt sind; diese Fortsätze dienen als Stützpunkte für die Bewegungen der Zangenstücke.

Bei den Sitzenden (I, 11, 13—18) sind die Skeletstücke durchweg viel derber als bei den Gestielten. Nicht selten entbehren sie einer Bezahnung ihres Randes oder ihrer Innenfläche. Ihre Muskeln (I, 4) sind einfacher angeordnet; an dem unteren Bezirke ihrer Innenfläche sind die Zangenstücke durch eine quere Gruppe von Muskelfasern verbunden, die als Adductoren functioniren; andere als Abductoren dienende Muskelfasern gehen von dem unteren Theile der Aussenfläche der Zangenstücke aus und inseriren auf der Oberfläche der die Pedicellarie tragenden Skeletplatte. Bei den Alveolären (I, 4) sind die Zangenstücke ausserdem durch ein bindegewebiges Faserbündel in der Alveole befestigt. Bei den Salzfassförmigen (I, 16—18) haben die Zangenstücke die Gestalt einer am Rande mit einigen grossen Zähnen besetzten Löffelschale.

Die Beziehungen der oben aufgezählten neun Hauptformen der Pedicellarien zu den Dornen (Stachelchen) und Körnern sind nach Perrier*) die folgenden. Die nur den *Forcipulata* eigenthümlichen Gestielten sind seiner Ansicht nach durch keinerlei Uebergangsformen mit jenen einfachen Skeletelementen verknüpft**). Dagegen lassen sich die sämmtlichen Formen der Sitzenden von Dornen oder Körnern ableiten. Die Zangenförmigen entstehen, wo sie bei den *Spinulosa* vorkommen, dadurch, dass zwei Dornen näher aneinanderrücken und gegeneinander beweglich werden, wie sich das am deutlichsten bei *Acanthaster* und einigen *Asterina*-Arten (z. B. *Asterina gibbosa* Penn.) zeigen lässt. Zangenförmige oder Büschelförmige bilden sich in ähnlicher Weise bei vielen *Paxillosa* dadurch aus, dass die Dornen der Paxillen gegeneinander bewegt werden können. So entstehen z. B. Zangenförmige bei *Luidia savignyi* Aud., *elegans* Perr., *longispina* Slad., *forficifer* Slad., *limbata* Slad., bei *Bathybiaster pallidus* Dan. und Kor. und bei *Archaster*-Arten; Büschelförmige bei *Luidia alternata* Say, *maculata* M. und Tr., *aspera* Slad., *ciliaris* Phil., bei *Asterodon*, *Pectinaster* und *Crenaster*. Werden die Dornenreihen an den

*) Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman; Echinodermes, I. Paris 1894, 4° avec 26 pl.

**) Doch ist Cuénot (99) der Meinung, dass die sämmtlichen Pedicellariensorten, also auch die Gestielten, als Umbildungen eines Stachelpaares aufzufassen seien.

benachbarten Rändern zweier aneinandergrenzenden Skeletplatten gegeneinander beweglich, so entstehen die kammförmigen Pedicellarien der Perrier'schen Gattung *Cheiraster*. Die Streifenförmigen der Astrogonien nehmen in derselben Weise von Körnerreihen ihre Entstehung wie die Kammförmigen von Dornenreihen. Auch die sämmtlichen Formen der Alveolären sind Umbildungen von Granula. Sie kommen nur bei den *Valvata* vor und zwar als Salzfassförmige ausschliesslich in der Familie der *Linckiidae*, namentlich in der Gattung *Ophidiaster*, wo sie gewöhnlich in sehr guter Ausbildung, z. B. bei *O. germani* Perr. und *O. pusillus* M. und Tr. auftreten; in verkümmerter Form finden sie sich bei *Pharia pyramidata* Gray. Als Spatelförmige treffen wir sie bei einer ziemlich grossen Zahl von *Pentagonasteridae* und als Klappenförmige häufig bei *Antheneidae*, *Gymnasteridae* und *Pentacerotidae*.

6. Die Wimperstacheln. A. Agassiz (5) machte zuerst darauf aufmerksam, dass bei den Gattungen *Astropecten* und *Luidia* die einander zugekehrten Seitenflächen der oberen und unteren Randplatten mit einem dichten Ueberzug kleinster (0.5 mm langer) Stachelchen besetzt sind, die er mit den Stachelchen auf den Saumlinien (Semiten) der Spatangiden verglich. Cuénot (93) untersuchte diese Stachelchen, die sich ihrer Form nach an die oben als Dornen und Schuppen bezeichneten Skeletanhänge anschliessen lassen, näher auf ihren Bau und fand, dass sie an ihrer Basis durch Bindegewebe und einige Muskelbündelchen mit den Platten verbunden sind und auf ihrer Oberfläche ein hohes Epithel tragen, das sich durch auffallend lange und kräftige Wimperhaare auszeichnet. Er gab ihnen den Namen der Wimperstachelchen („radioles vibratiles") und vermuthet wohl mit Recht (99), dass sie eine ähnliche Bedeutung haben wie die gleich zu besprechenden ribriformen Organe.

7. Die cribriformen Organe. Mit diesem Namen belegte Sladen (500, 503) eigenthümliche Gebilde, die sich auf den Randplatten der Porcellanasteriden vorfinden. Da er sie für Reinigungsapparate des Athemwassers ansieht, so verglich er sie, wie er auch in dem Namen ausdrückte, mit einem Siebe oder Seiher. Jedes siebförmige Organ (I, 23—27) besteht aus einer Anzahl (bis 20 und darüber) senkrecht und ziemlich parallel verlaufender, dicht nebeneinander stehender Hautfalten, die an ihrem freien Rande bald ziemlich glattrandig sind (wie bei den meisten *Porcellanaster*-Arten [I, 23]), bald und häufiger sich in eine Reihe von Papillen zertheilen (I, 24, 25); in letzterem Falle erscheint die einzelne Falte als eine senkrechte Wärzchenreihe. In ihrem Inneren wird jede Falte gestützt von einer der Wärzchenzahl entsprechenden Anzahl von zusammengedrückten, winzigen Kalkstachelchen oder -plättchen, die mit dem einen Ende den Randplatten aufsitzen, mit dem anderen Ende gewöhnlich abgestutzt endigen. Nur bei den *Caulaster*-Arten sind diese kleinen Skeletelemente der siebförmigen Organe bis jetzt noch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen. Den äusseren Ueberzug der Falten oder Wärzchenreihen bildet ein wimperndes Epithel. Rechts und links ist das

einzelne siebförmige Organ von einer senkrechten oder geschweiften Reihe von Kalkschüppchen begrenzt (I, 23, 24); dieselben Schüppchen grenzen das Organ gewöhnlich auch an seinem unteren Rande ab, während an seinem oberen Rande die Skeletelemente seiner Falten sich allmählich in die gewöhnlichen Dornen der Rückenhaut umwandeln.

Die Zahl, in der die siebförmigen Organe auftreten, ihre Breite, die Zahl ihrer Verticalleisten, die Form der stützenden und begrenzenden Kalkplättchen ist je nach den Gattungen und Arten eine verschiedene. Wenn in jedem Interradius nur ein einziges siebförmiges Organ vorhanden ist, wie bei *Caulaster* und bei manchen *Porcellanaster*-Arten (I, 23), so ist es in der Regel besonders breit und bedeckt die verticale Sutur, in der die beiden ersten oberen und unteren Randplatten im Armwinkel aneinanderstossen; zugleich lagert es sich in einer gewissen Breite über die Aussenfläche dieser Platten. Auch kommt es in solchen Fällen vor, dass das unter der Madreporenplatte gelegene Organ noch etwas breiter ist als die der übrigen Interradien. Sind mehr als ein siebförmiges Organ in jedem Interradius zur Ausbildung gelangt (I, 24, 25), so liegen die hinzugekommenen in ähnlicher Weise auf den nächstfolgenden Verticalsuturen der Randplatten und zwar so, dass, von der ersten Sutur an gezählt, in keinem Falle eine Sutur übersprungen wird. Schon in der Gattung *Porcellanaster* gibt es Arten mit drei siebförmigen Organen in jedem Interradius. Bei *Styracaster* kann ihre Zahl drei, fünf oder sieben betragen; sie können hier sich in ihrer Mitte so stark verbreitern, dass sie sich unmittelbar berühren und eine Strecke weit zusammenfliessen. Bei *Hyphalaster* (I, 24, 25) beträgt ihre Zahl fünf, sieben oder neun; bei *Hyphalaster planus* Slad. nähern sie sich fast bis zur Berührung. Bei *Hyphalaster antonii* Perr., *hyalinus* Slad. und *inermis* Slad. (I, 25) sind die äusseren, d. h. der Armspitze zunächst gelegenen, sehr viel schmäler als die übrigen, als wenn sie im Schwunde begriffen wären. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich bei dem mit je vierzehn siebförmigen Organen ausgestatteten *Thoracaster* und hat bei *Pseudaster* so sehr zugenommen, dass die sämmtlichen hier in grosser Zahl vorhandenen Organe nur noch die Gestalt schmaler Doppelreihen sehr kleiner Schuppen darbieten. Bei *Ctenodiscus* endlich kommen an allen Randplatten siebförmige Organe vor, die jedoch nur bei *Ctenodiscus krausei* Ldw. etwas genauer untersucht worden sind. Hier fand ich (309) auf der Aussenseite einer jeden Randplatte jederseits eine hinter einer senkrechten Stachelchenreihe versteckte, schräge Seitenfläche, die von einer weichen, in drei oder vier Längsfalten gelegten Haut bekleidet ist; jede Längsfalte umschliesst eine Längsreihe sehr feiner, flach zusammengedrückter, kleinster Stachelchen (I, 26, 27). Vergleicht man diese siebförmigen Organe mit den oben besprochenen Wimperstacheln der Astropectiniden, so kann kaum ein Zweifel an ihrer morphologischen Uebereinstimmung auftauchen; denn sie haben im Grunde denselben Bau und liegen in allen Fällen an den Verticalsuturen der Randplatten.

B. Die Kalkkörper der äusseren Ambulacralanhänge.

Im allgemeinen scheinen die äusseren Ambulacralanhänge (Füsschen und Fühler) der Seesterne frei von Skeleteinlagerungen zu bleiben, wenigstens kennen wir bis jetzt nur einige wenige Fälle, in denen die Füsschen mit Kalkkörperchen von microscopischer Kleinheit ausgestattet sind. Alle diese Fälle gehören zur Ordnung der *Valvata* und sind erst durch Viguier (559) und Cuénot (93) bekannt geworden, nachdem vorher nur Teuscher (536) eine kurze Andeutung über ihr Vorkommen bei *Ophidiaster ophidianus* Lam. gemacht hatte. Bei *Ophidiaster*, *Linckia* und *Goniodiscus* beschränkt sich das Auftreten von Kalkkörperchen auf die Endscheibe der Füsschen; hier bilden sie, z. B. bei *Linckia miliaris* Linck, am Rande der Endscheiben in einfacher Reihe einen Kranz von kleinen, glatten, gegitterten, unregelmässig umrandeten Plättchen. Bei *Gymnasteria, Pentaceros* und *Culcita* besitzen die Endscheiben der Füsschen ebenfalls einen ihrem Rande entlang verlaufenden Kranz von Kalkkörperchen, der aber hier viel dicker, breiter und aus mehreren zusammengedrängten Reihen von ästigen und gegitterten Plättchen gebildet ist. Ausserdem haben die drei zuletzt genannten Gattungen auch noch in der Wand der Füsschen kleine, quergelagerte Kalkkörperchen, die bald einfache oder wenig verästelte Stäbchen darstellen, bald die Form eines kurzen Stabes haben, der sich an seinen beiden Enden zu einer kleinen, von mehreren Oeffnungen durchbrochenen Gitterplatte verbreitert. Diese Kalkstäbchen der Füsschenwand entsprechen durchaus den Stützstäbchen in den Füsschen der Holothurien, während die Kalkkörper der Endscheibe niemals, wie es bei den Holothurien die Regel ist, in Form einer einzigen, die Mitte der Endscheibe einnehmenden Platte auftreten.

C. Das Hauptskelet.

Das Hauptskelet besteht aus einer grossen Anzahl*) kalkiger Skeletstücke, die sich, in der Regel parallel zur Körperoberfläche, in ganz bestimmter, gesetzmässiger Weise anordnen und unter sich theils durch unverkalktes Cutisgewebe, theils durch Muskeln zu einem mehr oder weniger beweglichen Gerüste verbunden sind. Bald haben sie die Gestalt von eckig oder abgerundet umgrenzten Kalkplatten, die mit ihren Rändern aneinanderstossen, bald weichen sie weiter auseinander und haben dann mehr die Form kurzer oder längerer Balken, die sich nur an ihren Enden miteinander verbinden und so ein Balkennetz aufbauen, dessen Maschen zur Aufnahme weicher Erhebungen der Körperoberfläche in Gestalt der Kiemenbläschen und Füsschen dienen. Nur ausnahmsweise liegen von aussen nach innen zwei Skeletstücke des Hauptskeletes so übereinander geordnet, dass das eine durch das andere vollständig verdeckt wird. In der Regel lassen sich demnach an dem trockenen Skelete die sämmtlichen Skeletstücke von aussen wahrnehmen. Die einen bilden die Wand (d. h.

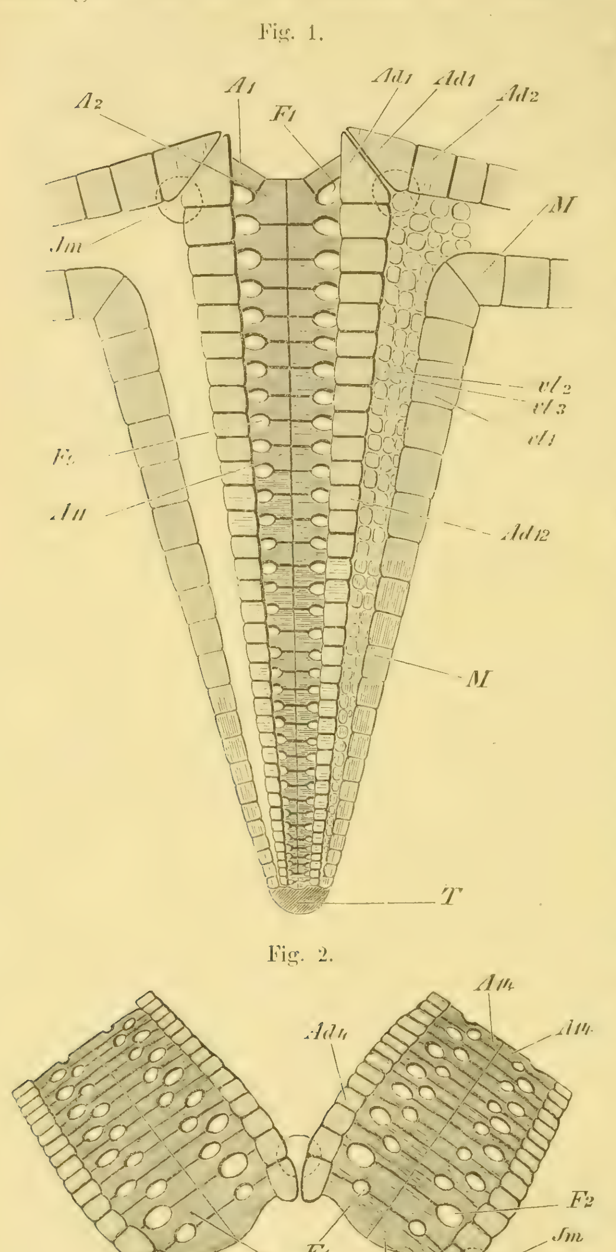
*) Z. B. bei *Astropecten aurantiacus* L. mehr als 6000.

bei aufwärts gerichtetem Munde den Boden) und den Rand der Ambulacralfurchen und werden deshalb als das ambulacrale Skelet zusammengefasst, während die anderen, die man in ihrer Gesammtheit mit Sladen (503) das ambitale Skelet nennen kann, den Rest der ventralen und die ganze dorsale Seite des Seesternes einnehmen. Mit Joh. Müller (372) unterscheiden wir ferner die ventral gelegenen Stücke des ambitalen Skeletes als interambulacrales und die dorsal gelegenen als antiambulacrales Skelet. Interambulacrales und antiambulacrales Skelet stossen in der Linie, welche die oberen und unteren Randplatten oder deren Aequivalente voneinander trennt, zusammen; beim Mangel deutlicher Randplatten schwindet auch die scharfe Grenze der inter- und antiambulacralen Skeletbezirke. Perrier*) zieht es vor, die Randplatten und deren Aequivalente sowie die mitunter zwischen den beiden Reihen der oberen und unteren Randplatten auftretenden „intercalirten" Skeletstücke als Lateralskelet zu bezeichnen und versteht dann weiter unter Ventralskelet sowohl die ambulacralen Skeletstücke als auch die interambulacralen nach Ausschluss der unteren Randplatten und unter Dorsalskelet das ganze antiambulacrale Skelet nach Abzug der oberen Randplatten; durch diese Eintheilung wird indessen der Gegensatz des ambulacralen Skeletes einerseits zu dem inter- und antiambulacralen Skelete anderseits nicht genügend hervorgehoben.

Bei der grossen Bedeutung der Skelettheile für die systematische Beschreibung der lebenden und fossilen Arten und für die Erörterung ihrer Verwandtschaftsbeziehungen untereinander und zu anderen Klassen der Echinodermen ist eine bestimmte Terminologie der einzelnen Skeletstücke aus theoretischen und practischen Gründen unerlässlich. Doch kann ich mich dem Vorgehen mancher Autoren, namentlich Sladen's und Perrier's, insofern nicht ganz anschliessen, als ich es weder für nöthig noch für richtig halte, schon jetzt in dieser Terminologie die Ansichten zum Ausdruck zu bringen, zu denen man über die vergleichend-anatomischen Beziehungen der Skeletstücke der Seesterne zu denen der Schlangensterne, Seeigel und Crinoideen gelangt zu sein glaubt. Bei den in letzterer Hinsicht heute noch obwaltenden und nicht ausgeglichenen, tiefgehenden Meinungsverschiedenheiten scheint es mir einstweilen am besten, sich an eine Namengebung zu halten, die zunächst nur auf die Seesterne allein Rücksicht nimmt, dagegen die Beziehungen zu anderen Echinodermenklassen vor der Hand offen lässt. Eine derartige Terminologie hat wohl eher Aussicht auf eine gewisse Standhaftigkeit gegenüber dem Wechsel der Meinungen und wird uns später im letzten Buche dieses Werkes doch nicht hindern, die vergleichend-anatomischen Beziehungen zu den Skelettheilen anderer Echinodermenklassen in ausführlicher und verständlicher Weise zu besprechen. Demgemäss lehne ich für die descriptive Terminologie, um die es sich hier allein handelt, Bezeichnungen

*) Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman: Echinodermes, I. Paris 1894, 4° avec 26 pl.

wie „Basalia, Infrabasalia, Calicinalia, Genitalia“ ab, da sie auf Vorstellungen über die Beziehungen zum Skelet der Crinoideen und zum Theil der Echinoideen beruhen, die heute noch jenseits von unserer sicheren Kenntniss sich auf dem Gebiete der beweisbedürftigen Hypothesen bewegen.

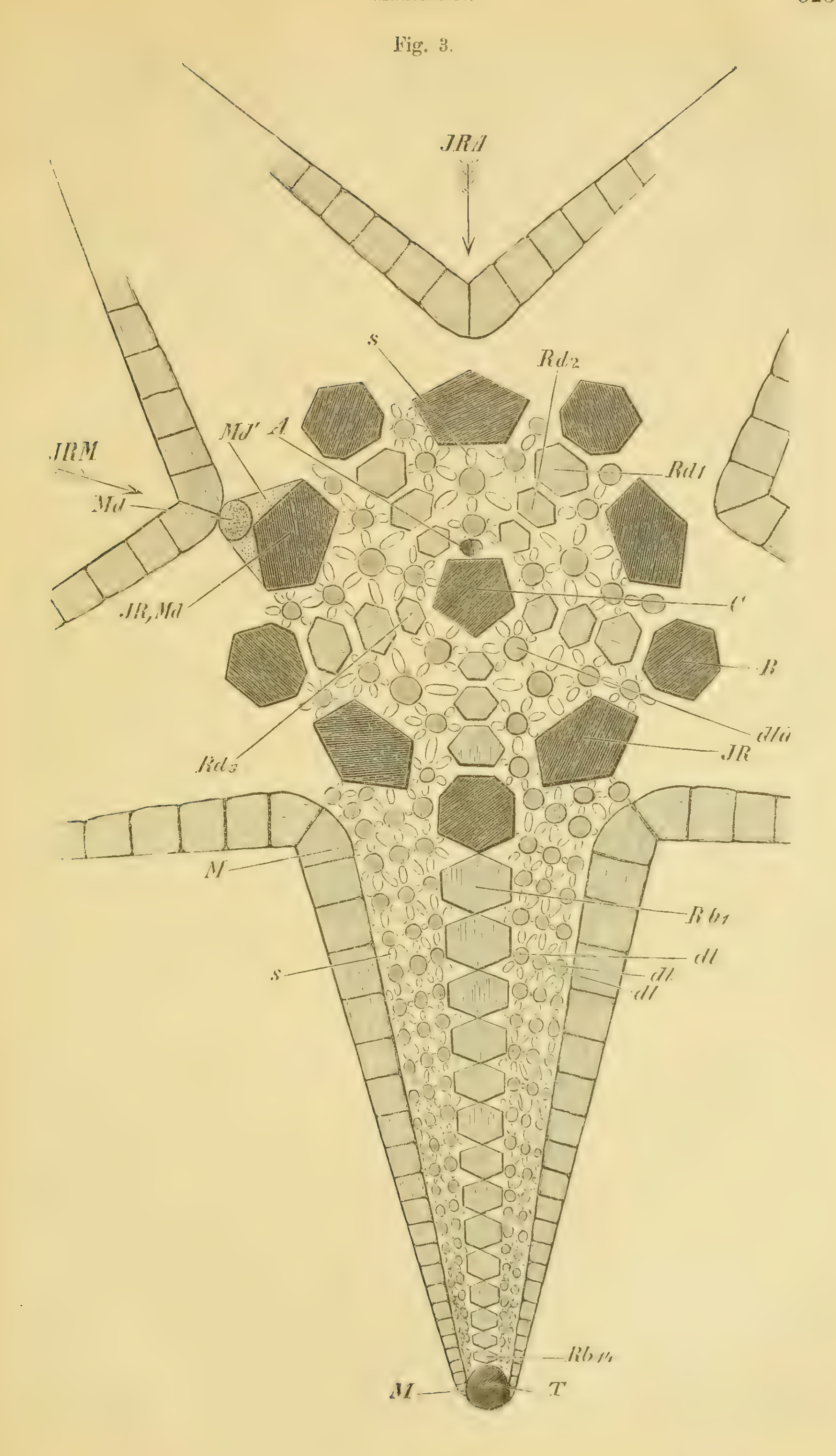


Zur Erläuterung der Terminologie mögen die schematischen Figuren 1—3 auf dieser und der folgenden Seite dienen, von denen die erste das Skelet eines Antimers in der Ventralansicht mit adambulacralem Peristom darstellt; die zweite stellt dieselbe Ansicht zweier benachbarter Antimeren mit ambulacralem Peristom dar; die dritte gibt eine Uebersicht über das antiambulacrale (= dorsale) Skelet der Scheibe und eines Armes. Die nähere Erklärung der Figuren geht aus der hier folgenden Besprechung der einzelnen Skeletstücke hervor.

1. Das ambulacrale Skelet.

Dasselbe setzt sich in jedem Antimer aus vier Längsreihen von Stücken zusammen, von denen die beiden der Medianebene des Antimers zunächst gelegenen ebenso wie die beiden weiter lateralwärts befindlichen zu symmetrisch entwickelten Paaren geordnet sind. Die beiden medialen Reihen bilden die Wand (= das Gewölbe) der für die Aufnahme der

Fig. 3.



Füsschen bestimmten und deshalb Ambulacralfurche genannten Rinne, die an der Unterseite eines jeden Antimers von der Mundumgebung bis zur Armspitze verläuft. Die beiden lateralen Reihen liefern die Berandung derselben Rinne. Jene heissen Ambulacralstücke (Ambulacralia); diese führen den Namen Adambulacralstücke (Adambulacralia).

a. Die Ambulacralstücke (*A* in Fig. 1 und 2) stellen in ihrer Gesammtheit eine die Ambulacralfurche überwölbende Doppelreihe von Skeletstücken dar, die schon Réaumur (445) mit einer Reihe von Wirbeln verglich. Jeder Wirbel besteht, wie zuerst Kade (257) und dann Konrad (261) und Tiedemann (544) zeigten, aus zwei symmetrischen Hälften, die von Tiedemann als „Wirbelstücke" bezeichnet wurden, aber seit Blainville (64) den Namen Ambulacralstücke führen. (Nur bei gewissen fossilen Seesternen sind die Ambulacralstücke nicht paarig, sondern alternirend geordnet — eine Eigenthümlichkeit, auf die wir erst im Kapitel Paläontologie näher eingehen wollen.) Jedes Ambulacralstück stösst in der Medianebene des Antimers mit seinem Partner mit einer rauhen, gezähnelten Gelenkfläche zusammen. Der dieser Gelenkfläche zunächst gelegene Abschnitt des Ambulacralstückes heisst der Körper, der entfernter davon gelegene der Fortsatz des Ambulacralstückes. Der Körper ist adoral und aboral von glatten, parallelen Flächen begrenzt und liegt höher, also tiefer in das Innere der Arme eindringend, als der schräg nach unten und aussen gerichtete Fortsatz. In der Nähe der medianen Gelenkfläche besitzt der Körper an seiner oberen (dorsalen) und an seiner unteren (ventralen) Oberfläche eine Grube für die Insertion der oberen und unteren Quermuskeln der Wirbel. Der Fortsatz ist schmäler als der Körper, indem er an seiner adoralen wie an seiner aboralen Seite eine Einbuchtung besitzt. Da diese Einbuchtungen an den einander zugekehrten Seiten zweier aufeinander folgenden Fortsätze sich genau in Grösse und Lage entsprechen, so bleibt zwischen je zwei Fortsätzen stets eine längliche oder rundliche Lücke übrig, die einer Füsschenampulle den Eintritt in das Innere des Armes gestattet und deshalb Ambulacralporus (Konrad's „foramen intervertebrale") heisst.

Bei den meisten Seesternen liegen die Ambulacralporen (*F* in Fig. 1) jederseits in einer einzigen Längsreihe, indem die adorale Einbuchtung am Fortsatz eines jeden Ambulacralstückes ebensoweit von der Medianebene des Antimers entfernt ist wie die aborale. Infolgedessen kann man die Anordnung der sämmtlichen Poren als eine biseriate bezeichnen. Bei den Asteriiden und Heliasteriden jedoch ändert sich dies Verhältniss dahin ab, dass die Ambulacralporen (*F* in Fig. 2) jederseits abwechselnd der Medianebene des Antimers näher oder ferner liegen; die adorale und aborale Einbuchtung am Fortsatz eines jeden Ambulacralstückes befinden sich nämlich in ungleichen Abständen von der Medianebene des Antimers; ist die adorale Einbuchtung der Medianebene näher gerückt, so liegt die aborale weiter von ihr entfernt und umgekehrt. Dadurch ordnen sich die Ambulacralporen jederseits in zwei, im Ganzen also in vier Reihen, was

dann als quadriseriate Anordnung bezeichnet wird. In beiden Fällen, sowohl bei biseriater als bei quadriseriater Anordnung, bleibt es aber unabänderlich dabei, dass zwischen je zwei Fortsätzen der Ambulacralstücke immer nur ein einziger Ambulacralporus seine Stelle findet. Bei der biseriaten Anordnung der Ambulacralporen sind die Ambulacralstücke in der Richtung der Principalaxe des Antimers verhältnissmässig dicker (= länger) als bei der quadriseriaten Anordnung, bei der sie in derselben Richtung comprimirt, also dünner (= kürzer) sind. Auf dieselbe Länge des Armes entfallen demnach unter sonst gleichen Verhältnissen bei quadriseriater Anordnung eine grössere Anzahl von Ambulacralstücken als bei biseriater.

Es wird sich empfehlen, die Begriffe „Länge" und „Breite" stets in gleichem Sinne so anzuwenden, dass wir die Länge der Skeletstücke in radialer Richtung messen, dagegen die Breite in der dazu queren Richtung. Demgemäss nennen wir an den Ambulacralstücken Länge die Entfernung der adoralen Fläche des „Körpers" von seiner aboralen und Breite die Entfernung des lateralen Endes des „Fortsatzes" von der Medianebene. Die quadriseriaten Arten haben also verhältnissmässig kürzere Ambulacralstücke als die biseriaten. Nach der Armspitze zu nimmt sowohl die Länge als auch die Breite der Ambulacralstücke sowie die Grösse der Ambulacralporen allmählich ab. Lateralwärts von dem Ambulacralporus ist der „Fortsatz" des Ambulacralstückes an seiner adoralen und ebenso an seiner aboralen Seite mit einer Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Fortsatze des vorhergehenden und des folgenden Ambulacralstückes ausgestattet; endlich ist auch das laterale Ende des Fortsatzes gelenkig mit dem oder den daranstossenden Adambulacralstücken verbunden.

Eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit der Ambulacralstücke, wodurch sie sich von allen anderen Stücken des Hauptskeletes unterscheiden, liegt in dem völligen Mangel aller jener Skeletanhänge, die auf jenen in Gestalt von Stacheln, Dornen, Körnern u. s. w. in so mannigfaltiger Weise auftreten können.

Die Zählungsweise der Ambulacralstücke (z. B. A_1, A_2, A_{11} in Fig. 1; A_1, A_2, A_{14} in Fig. 2) ergibt sich aus ihrer Altersfolge. Das älteste, also erste Paar ist dasjenige, welches dem Munde zunächst liegt. Das jüngste, also letzte, ist dasjenige, das am weitesten vom Munde entfernt sich an der Armspitze befindet. Wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, entstehen beim Wachsthum des Armes die neuen Ambulacralstücke stets aboral von den schon vorhandenen. Ausserdem findet aber auch eine Grössenzunahme der einmal vorhandenen in der Richtung der Länge und Breite statt. Die jüngsten Ambulacralstücke grenzen nicht an den adoralen Rand der Terminalplatte, sondern liegen unterhalb derselben, sind also in der Dorsalansicht von der Terminalplatte verdeckt.

b. Die Adambulacralstücke (*Ad* in Fig. 1 und 2) wurden von den älteren Autoren wie Tiedemann (544), Blainville (64), L. Agassiz

(10) mit den interambulacralen Platten in eine einzige Gruppe von Skelettheilen zusammengeworfen oder doch wenigstens nicht scharf von ihnen unterschieden. Erst Joh. Müller (372) erkannte ihre enge Zusammengehörigkeit zu den Ambulacralstücken, trennte sie deshalb von den eigentlichen Interambulacralstücken (worunter er die Ventrolateralplatten und die unteren Randplatten versteht) und führte den Namen Adambulacralplatten oder Saumplatten für sie ein, nachdem schon früher Meckel (345a) sie als „Ventralplatten" (im engeren Sinne) bezeichnet hatte. Während A. Agassiz (5) und zum Theil auch Fewkes (132, 133) die Bezeichnung „Interambulacralplatten" beibehalten haben, sind fast alle anderen neueren Autoren der Joh. Müller'schen Benennung gefolgt.

Die Adambulacralplatten sitzen den lateralen Enden der Fortsätze der Ambulacralstücke auf und grenzen mit ihren adoralen und aboralen Flächen aneinander, sodass sie an beiden Rändern jeder Ambulacralfurche eine geschlossene Reihe bilden. Mit ihrem lateralen Rande stossen sie an die interambulacralen Skeletstücke. Ihre freie Aussenfläche ist so gebogen, dass sie zum Theil in die Ambulacralfurche gerichtet ist, zum anderen Theile aber in der ventralen Oberfläche des Seesternes liegt; man kann also an ihr eine Furchenfläche und eine eigentliche Ventralfläche (= actinale Oberfläche) unterscheiden.

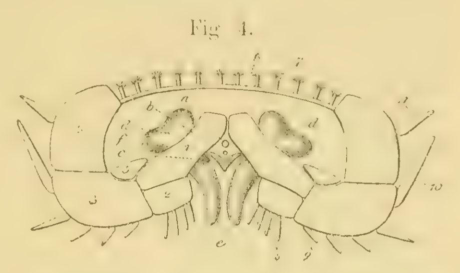
Beide Flächen sind in der Regel mit beweglichen Dornen, den Adambulacral- oder Furchenstacheln, besetzt. Doch sucht man diese Bezeichnung im engeren Sinne nur auf diejenigen Dornen anzuwenden, die auf der Furchenfläche selbst oder, was die Regel ist, auch auf der Umbiegungskante der Furchenfläche in die Ventralfläche (diese Kante wird auch als der freie Rand der Adambulacralstücke beschrieben) ihre Stelle haben, während die auf der Ventralfläche sitzenden Dornen dann als superficiale (Sladen) oder superambulacrale (Perrier) angeführt werden. Gegen die letztere Benennung lässt sich indessen einwenden, dass sie der natürlichen Haltung des Seesternes nicht entspricht; mit Bezug darauf müsste man sie eher subambulacrale Stacheln nennen. Die niemals fehlenden echten Adambulacralstacheln können bei contrahirter Ambulacralrinne die in diese zurückgezogenen Füsschen schützend überdecken, während sie bei der Erweiterung der Rinne und bei ausgestreckten Füsschen wie Palissaden die Füsschen flankiren. Die subambulacralen Stacheln können auch durch Granula ersetzt sein oder ganz fehlen. Die Gesammtheit der adambulacralen und subambulacralen Stacheln wird als die adambulacrale Bewaffnung bezeichnet. Wegen der Bedeutung, die ihre Zahl, Anordnung und Form für die Systematik haben, müssen wir dort ausführlicher darauf zurückkommen.

In ihrer Zahl stimmen die Adambulacralplatten stets mit der Zahl der Ambulacralstücke überein. Entweder liegen sie so, dass sie genau mit jenen correspondiren, oder so, dass sie mit ihnen alterniren. Im ersteren Falle fällt die Grenzlinie zwischen zwei aufeinanderfolgenden Adambulacralstücken in dieselbe Richtung wie die Grenzlinie der beiden

entsprechenden Ambulacralstücke; im zweiten Falle, der der ursprüngliche und regelmässige zu sein scheint, fallen die Grenzlinien der Adambulacralstücke zwischen die Grenzlinien der Ambulacralstücke (s. Fig. 1 und 2). Die Altersfolge und Zählungsweise der Adambulacralstücke (z. B. Ad_1, Ad_2, Ad_{12} in Fig. 1; Ad_1, Ad_{14} in Fig. 2) ist ganz dieselbe wie bei den Ambulacralstücken; die jüngsten liegen zu den Seiten der jüngsten Ambulacralstücke unterhalb der Terminalplatte.

c. Die Superambulacralstücke (*5* in Fig. 4). Bei der Familie der Astropectiniden, ferner bei vielen Linckiiden und einzelnen Arten aus den Familien der Porcellanasteriden und Archasteriden kommt jederseits in jedem Antimer eine Reihe von äusserlich nicht sichtbaren Skeletstücken vor, welche sich an die Innenseite des lateralen Endes der Fortsätze der Ambulacralstücke anlehnen. Sie entsprechen der Zahl nach den Ambulacralstücken und haben die Form quergestellter, kurzer Balken oder Spangen. Schon Konrad (261) beschrieb sie als „ossa intermedia“ und Tiedemann (544) als „Seitenstücke der Wirbel“. Joh. Müller (372) nannte sie nach Meckel's Vorgang „Jochstücke“, während die neueren Autoren sie als Superambulacralplatten zu bezeichnen pflegen. Ob man sie noch zu dem eigentlichen Ambulacralskelet rechnen soll, oder ob man sie als nach innen gerückte Interambulacralplatten anzusehen hat, oder ob sie Bildungen eigener Art sind, bedarf noch der Untersuchung. Mir scheint das letztere das Wahrscheinlichste zu sein. Mit ihrem medialen Ende stützen sie sich, wie gesagt, auf die Ambulacralstücke, während ihr laterales Ende bei den Astropectiniden und bei *Ctenodiscus* (Porcellanasteriden) auf den unteren Randplatten ruht; bei *Pararchaster folini* Perr. (Archasteriden) tritt dagegen das laterale Ende an die oberen Randplatten; bei den Linckiiden verbindet es sich mit der ersten *(Linckia, Chaetaster)* oder zweiten *(Scytaster, Ophidiaster)* Reihe der Interambulacralplatten. Auch kann es vorkommen *(Scytaster)*, dass die Superambulacralstücke sich in zwei oder drei kleinere Stücke auflösen.

Fig. 4.



Querschnitt durch den Arm einer *Astropecten*-Art, schematisch, mit Weglassung der radiären Blinddärme.

1 Ambulacralstück (= Wirbelhälfte), *2* Adambulacralstück; *3* untere, *4* obere Randplatte; *5* Superambulacralstück; *6* Rückenhaut; *7* Paxillen; *8* Adambulacralstacheln; *9* Stacheln auf der Unterseite der unteren Randplatte; *10* unterer, *11* oberer Randstachel; *a* das radiale Wassergefäss; *b* das radiale Blutgefäss; *c* der radiale Nerv; *d* Füsschenampulle; *e* Füsschen, *f* Innenraum des Armes (Leibeshöhle).

d. Das Peristom (Sladen's Actinostomialring). Indem die ambulacralen Skeletstücke (Ambulacralia und Adambulacralia) der sämmtlichen Antimeren dem Munde zunächst sich enger miteinander verbinden, bauen sie einen den Mund umkreisenden Skeletring auf, den wir das Peristom

oder Mundskelet nennen. Derselbe setzt sich, wenn n die Zahl der Antimeren bedeutet, aus $2 \times n$ Adambulacralstücken und $4 \times n$ Ambulacralstücken zusammen. Es treten also von jedem Antimer sechs Stücke in das Peristom ein: erstens das erste (= älteste) Paar der Adambulacralstücke, sowie zweitens das erste und zweite (= älteste und zweitälteste) Paar der Ambulacralstücke. Die innere, d. h. dem Munde zugekehrte Begrenzung des Peristoms bildet dabei fast immer eine in regelmässigem Wechsel ein- und ausgebuchtete Kreislinie, deren Einbuchtungen das eine Mal interradial, das andere Mal radial liegen. Im ersten Falle werden die Einbuchtungen von den adambulacralen Peristomalplatten gebildet und die Ausbuchtungen sind es, die von den ambulacralen Platten begrenzt werden. Im anderen Falle liegen die Ein- und Ausbuchtungen umgekehrt; die Einbuchtungen kommen durch die Ambulacralstücke zu Stande, während die Ausbuchtungen der Lage nach den Adambulacralstücken entsprechen. Viguier (559) hat den ersteren häufigeren Fall als „adambulacralen Mund“, den zweiten als „ambulacralen Mund“ bezeichnet, wofür ich lieber adambulacrales und ambulacrales Peristom sagen möchte.

Beim adambulacralen Peristom (II, 2 und Fig. 1) liegen die adambulacralen Stücke des Peristoms dem Munde näher als die ambulacralen und bilden so in der Richtung eines jeden Interradius eine deutlich nach dem Munde zu vorspringende „Mundecke“.

Bei dem ambulacralen Peristom (Fig. 2) hingegen sind diese Mundecken nur schwach ausgebildet und treten etwas weiter vom Munde zurück als die „Körper“ der Ambulacralstücke. Sieht man sich die Sache näher an, so findet man, dass der ganze Unterschied dadurch entsteht, dass beim ambulacralen Peristom die ersten Adambulacralia in der Ansicht von unten erheblich kleiner sind als beim adambulacralen, und dass zweitens die beiden ersten Ambulacralstücke eines jeden Antimers noch mit ihren ganzen Körpern in der Medianebene des Antimers zusammenstossen und ebendort sich gegen den Mund vorwölben, während sie beim adambulacralen Peristom je nach den Arten immer weiter auseinanderweichen, sodass schliesslich die Körper der zweiten Ambulacralstücke unmittelbar an der adoralen Begrenzung des Peristoms theilnehmen und dafür die beiden ersten Ambulacralstücke nur noch wie seitliche Fortsätze der zweiten Ambulacralstücke aussehen.

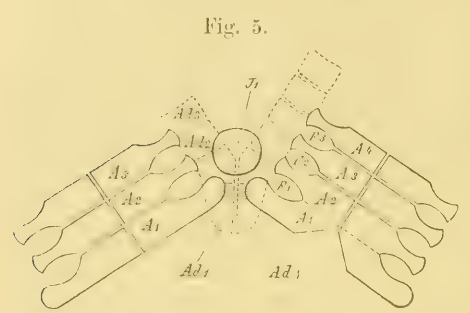
Da auch die adambulacrale Peristombildung anfänglich, beim ganz jungen Thiere, als eine „ambulacrale“ sich anlegt und sich erst im Laufe der weiteren Entwicklung zur adambulacralen umbildet, so wird man in der ambulacralen die einfachere und ursprünglichere Einrichtung erkennen müssen, dagegen in der adambulacralen eine secundäre Erscheinung, die freilich bei den allermeisten lebenden Arten Platz gegriffen hat. Sie findet sich nämlich bei allen Mitgliedern der Ordnungen der *Spinulosa, Velata*, *Paxillosa* und *Valvata* (II, 2). Nur bei den *Forcipulata* kommt die ambulacrale Peristombildung bei den erwachsenen Thieren

vor und auch hier nicht bei allen, sondern nur in den Familien der Asteriiden, Heliasteriden, Zoroasteriden und Stichasteriden; dagegen besitzen die Pedicellasteriden ein adambulacrales Peristom und bei den Brisingiden begegnet man neben einem deutlich adambulacralen Peristom (bei *Odinia* und *Labidiaster*) einer Peristombildung, die zwischen der ambulacralen und der adambulacralen entweder die Mitte hält (Perrier's „indifferentes" Peristom) oder mehr zur adambulacralen Form hinneigt. Bei diesem allmählichen Uebergange der ambulacralen Peristombildung zur adambulacralen lässt sich die in den extremen Fällen allerdings recht verschieden aussehende Gestaltung des Peristoms für die Abgrenzung von Unterklassen oder Ordnungen nicht verwerthen. In dieser Hinsicht stimme ich also Perrier durchaus bei, wenn er die Viguier'schen Unterklassen der „Astéries ambulacraires" und der „Astéries adambulacraires" ablehnt. Da wir indessen auf die Bedeutung des Peristoms für das System später ausführlicher eingehen müssen (im Kapitel Systematik), so wenden wir uns jetzt nur zu einer morphologischen Besprechung der in das Peristom eintretenden Ambulacral- und Adambulacralstücke.

Von den Ambulacralstücken betheiligen sich in jedem Antimer die beiden ersten Paare am Aufbaue des Peristoms; Fewkes (132) nennt sie deshalb orale Ambulacralplatten oder Circumoralia. In ihrer engen Vereinigung ($A_1 + A_2$ in Fig. 1 und 2) stellen sie anscheinend nur ein einziges Paar von Ambulacralstücken dar, welches gewöhnlich als „erster Wirbel" bezeichnet wird. Der darauffolgende sog. zweite Wirbel und ebenso die weiter folgenden Paare der Ambulacralstücke werden demzufolge mit einer Nummer gezählt, die eigentlich um eins zu niedrig ist, denn der „zweite" Wirbel besteht strenggenommen nicht aus dem zweiten, sondern aus dem dritten Paare der Ambulacralia u. s. w. Dass der „erste" Wirbel sich durch seine Form von den übrigen Wirbeln unterscheidet, war schon Kade (257) und Tiedemann (544) aufgefallen. Erst durch meine Untersuchungen wurde der Nachweis erbracht, dass diese besondere Form des „ersten" Wirbels sich daraus erklärt, dass derselbe in Wirklichkeit aus der Verschmelzung der beiden ersten Paare der Ambulacralstücke entsteht. Der „erste" Wirbel besitzt im Gegensatze zu den übrigen einen viel dickeren (= längeren) Körper und hat jederseits nicht einen einzigen, sondern zwei Fortsätze, welche den ersten Ambulacralporus *(F1)* zwischen sich nehmen. Der „Körper" des ersten Ambulacralstückes ist entweder mit dem des zweiten völlig verschmolzen oder er ist rückgebildet und dann selbst zu einem Theile des ersten Wirbel-Fortsatzes geworden, der sich adoral vom ersten Ambulacralporus befindet. In den Fig. 1 und 2 habe ich die Trennungslinien der ersten Ambulacralstücke von den zweiten absichtlich angegeben, obschon sie am erwachsenen Thiere nicht mehr deutlich zu sehen sind; der sogen. erste Wirbel ist also in jenen beiden Figuren in seine Componenten A_1 und A_2 zerlegt; denkt man sich diese Trennungslinien hinweg, so entsprechen die beiden Figuren dem, was man bei Betrachtung der erwachsenen Thiere als

sog. ersten Wirbel vor sich hat. In der rechten Hälfte der Fig. 5 sind die Trennungslinien, um die es sich hier handelt, punktirt angegeben an einer Form des „ersten Wirbels", der in Bezug auf das Auseinanderweichen der Körper der ersten Ambulacralstücke ungefähr die Mitte zwischen dem in Fig. 1 und 2 dargestellten einhält.

Fig. 5.



Schema über die Skeletstücke des Peristoms der Seesterne, von der Dorsalseite gesehen. Die Figur umfasst einen Interradius und die beiden anliegenden Radien.

A_1, A_2, A_3 die Ambulacralstücke (= Wirbelhälften); Ad_1. Ad_2, Ad_3 die Adambulacralstücke; I_1 das innere intermediäre Stück; F_1, F_2, F_3 die Ambulacralporen.

Die ersten Adambulacralstücke je zweier benachbarten Antimeren bilden durch ihre Aneinanderlagerung und ihr, namentlich bei der adambulacralen Peristombildung starkes, nach dem Munde gerichtetes Vorspringen die Mundecken. Dass die Mundecken auf solche Weise aus zwei Adambulacralstücken entstehen, erkannte zuerst Joh. Müller (372). Seine Ansicht ist durch alle späteren Forscher bestätigt worden; nur Fewkes (132) behauptet, dass diese Stücke keine selbstständigen Skeletbestandtheile seien, sondern nur durch eine besondere Fortsatzbildung am lateralen Ende der ersten Ambulacralstücke entständen; er nennt sie deshalb „interambulacral ends of the oral ambulacrals". Viguier (559) und seinem Beispiele folgend Perrier*) nennen die ersten Adambulacralstücke „Zähne"**). Da aber weder ihre Form noch ihre Function zu einer solchen Bezeichnung genügende Veranlassung bieten, so scheint es mir richtiger, sie entweder nach dem Vorschlage Sladen's (503) als „Mundplatten" oder noch besser als Mundeckstücke zu bezeichnen. Die beiden zu einer Mundecke gehörigen Mundeckstücke stossen in der Richtung der Interradialebene mehr oder weniger dicht aneinander, ohne jedoch jemals an dieser Stelle fest zu verschmelzen; Sladen nennt diese Grenzlinie die mediane Sutur der Mundecken. Bei der adambulacralen Peristombildung (Fig. 1) unterscheiden sich die Mundeckstücke durch ihre bedeutendere Grösse sofort von den übrigen Adambulacralstücken. In der Regel hat jedes Mundeckstück, von der Ventralfläche gesehen, eine dreieckig umrandete Oberfläche, an der sich die drei Ränder mit Perrier als suturaler, distaler und ambulacraler unterscheiden lassen. Der suturale Rand ist dem anderen, zum selben Paare gehörigen Mundeckstücke zugekehrt; mit dem distalen Rande grenzt das Mundeckstück

*) Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman; Echinodermes, I. Paris 1894. 4° avec 26 pl.

**) Tiedemann hatte schon von „zahnartigen Stücken" gesprochen; er meinte damit aber nicht das einzelne erste Adambulacralstück, sondern die beiden zu einer Mundecke verbundenen, die er irrthümlich für ein einheitliches Skeletstück ansah.

an das zweite Adambulacralstück; der ambulacrale Rand ist frei und theils gegen die Ambulacralrinne, theils gegen den Mund gerichtet. Sind alle drei Ränder gerade Linien, so hat das Mundeckstück eine regelmässig dreieckige Ventralfläche. Ist die nach dem Munde gerichtete Spitze abgestutzt, so ist die Ventralfläche viereckig (trapezförmig). Ist der ambulacrale Rand convex gebogen, so wird die Umgrenzung der Ventralfläche beilförmig („securiforme", Perrier). Bei ambulacraler Peristombildung (Fig. 2) sind die Mundeckstücke viel kleiner als bei der adambulacralen und unterscheiden sich infolgedessen in der Ventralansicht sehr viel weniger von den folgenden Adambulacralstücken; nach dem Munde hin richten sie eine steile, adorale Fläche.

Ebenso wie die übrigen Adambulacralstücke sind auch die Mundeckstücke stets mit Dornen bewehrt, die zusammen die Bewaffnung der Mundecken bilden. Mit Sladen nennen wir sie die „Mundstacheln". Aehnlich wie man in der Adambulacralbewaffnung echte Adambulacralstacheln und subambulacrale unterscheiden kann (s. S. 526), so lassen sich auch an den Mundeckstücken Stacheln wahrnehmen, die den freien Rand derselben besetzen, und andere, die auf der Ventralfläche derselben angebracht sind. Jene heissen bei Perrier ambulacrale Stacheln, diese superdentäre. Beide Benennungen kann ich für keine glücklichen halten. Die erste ist viel zu allgemein und lässt überdies die falsche Vorstellung aufkommen, als handle es sich bei den „ambulacralen" Stacheln um etwas wesentlich anderes als bei den damit doch gleichwerthigen adambulacralen der übrigen Adambulacralstücke. Die zweite setzt wieder voraus, dass man sich den Seestern, im Gegensatze zu seiner natürlichen Haltung, mit dem Munde nach oben gekehrt denkt. Ich ziehe es deshalb vor, im Anschlusse an Sladen die Stacheln der Mundeckstücke als Randstacheln oder eigentliche Mundstacheln und als Oberflächenstacheln zu unterscheiden. Von den Randstacheln ist derjenige, der dem Munde zunächst auf der Ecke steht, den suturaler und ambulacraler Rand des Mundeckstückes mit einander bilden, häufig durch Grösse und Stärke vor den übrigen ausgezeichnet; er mag nach Perrier's Vorschlag den Namen Eckstachel führen. Form, Zahl und Anordnung der Randstacheln und der Oberflächenstacheln sind, wie wir später sehen werden, nicht ohne Bedeutung für die Systematik.

2. Das interambulacrale Skelet.

Unter dem interambulacralen Skelet verstehen wir die sämmtlichen, nicht zum Ambulacralskelet gehörigen Skeletstücke der Ventralseite. Dasselbe setzt sich aus drei verschiedenen Bestandtheilen zusammen: erstens einem zum Mundskelet tretenden, äusserlich in der Regel nicht sichtbaren Skeletstück, das in jedem Interradius nur in der Einzahl vorkommt und als innere intermediäre Platte bezeichnet werden kann; zweitens aus einer verschieden grossen Zahl von zwischen den Adambu-

lacralplatten und den unteren Randplatten gelegenen Ventrolateralplatten; drittens aus einer verschieden grossen Anzahl unterer Randplatten.

a. Das innere intermediäre Stück (*Jm* in Fig. 1 und 2, J_1 in Fig. 5) tritt in jedem Interradius nur in der Einzahl auf und scheint niemals ganz zu fehlen, wenn es auch je nach den Arten grossen Verschiedenheiten in Grösse und Form unterliegt. Es hat seine Stelle stets in dem von den Ambulacralskeleten zweier benachbarten Antimeren gebildeten Winkel und wird durch die entsprechende interradiale Hauptebene genau halbirt. Es lagert sich auf die innere obere Seite der beiden zu einer Mundecke verbundenen ersten Adambulacralstücke (= Mundeckstücke) und nimmt deshalb in der Regel an der Bildung der ventralen Oberfläche des Seesternes keinen Antheil; nur sehr selten wird es von aussen ganz oder theilweise sichtbar (bei den *Styracaster-*, *Hyphalaster-*, *Thoracaster-* und einzelnen *Porcellanaster*-Arten). Viguier (559) hat ihm in Consequenz seiner Bezeichnung der Mundeckstücke als „Zähne" den ebensowenig passenden Namen „Zahnträger" (Odontophor) gegeben, den auch Perrier festhält, während Sladen (503) es als basales Interbrachiale, Fewkes (132) als erstes Interbrachiale bezeichnet. Durch die Bedeutung, welche insbesondere Viguier diesem Skeletstück für die Systematik glaubte beilegen zu müssen (wir kommen im Kapitel Systematik darauf zurück), ist demselben in den neueren Specialarbeiten vielfach besondere Aufmerksamkeit geschenkt worden. Doch haben auch schon die früheren Forscher dasselbe ganz gut gekannt. Meckel (345 a) erwähnte dasselbe wohl zuerst, vertrat aber die irrthümliche Meinung, dass dieses stets unpaare Skeletstück (bei Astropecten) als eine Fusion der ersten Superambulacralstücke aufzufassen sei. Delle Chiaje (84) bildete unser Skeletstück von *Astropecten aurantiacus* L. und *Luidia ciliaris* Phil. ab. Erst Joh. Müller (372) erkannte in ihm einen allen Asteroiden zukommenden Skelettheil; er fasste es im Gegensatze zu Meckel als eine Skeletplatte besonderer Art auf und bemerkte richtig, dass an diese Platten die interbrachialen Septen*) der Leibeshöhle sich ansetzen. Mit Bezug darauf nennen A. Agassiz (5) und Sladen (503) das in Rede stehende Skeletstück auch „Basalplatte des interbrachialen Septums". G. O. Sars (464) beschrieb es bei *Brisinga* und *Solaster* als „wedge plate". Ich selbst habe es bei verschiedenen Gelegenheiten (300, 303) als erstes intermediäres Skeletstück und später (307) als unpaare Interambulacralplatte bezeichnet.

b. Die Ventrolateralplatten (II, 2 und *vl* in Fig. 1) nehmen das zwischen den Adambulacralstücken und den unteren Randplatten (oder deren Homologa) gelegene Feld, das sog. actinale Interradialfeld oder, wie es auch genannt wird, das intermediäre Interambulacralfeld ein. Joh. Müller (372) bezeichnete die Ventrolateralplatten als intermediäre Interambulacralplatten, indem er sie von den marginalen Interambulacralplatten

*) Ueber diese Septen und ihre bald vorhandenen, bald fehlenden Skeletstücke (= Interbrachialskelet) vergl. das Kapitel Leibeshöhle.

(= untere Randplatten) als eine besondere Gruppe von Skelettheilen unterschied. Den Namen Ventrolateralia gab ihnen Perrier, indem er diese früher von Gaudry (156) für die unteren Randplatten gebrauchte Bezeichnung auf sie übertrug. Wie schon Joh. Müller auseinandergesetzt hat, sind die Ventrolateralstücke in der Regel in Reihen geordnet, die quer und etwas schief zur Medianebene des Antimers von den Adambulacralstücken zu den unteren Randplatten ziehen. Perrier nennt diese Querreihen die ventralen Bogen. Gleichzeitig sind die Ventrolateralstücke so angeordnet, dass sie jederseits vom Ambulacralskelet eine oder mehrere Längsreihen bilden, die parallel mit der Reihe der Adambulacralplatten von der interradialen Hauptebene des Armwinkels nach der Armspitze zu verlaufen. Da diese Reihen in den interradialen Bezirken bogenförmig in die entsprechenden Reihen des benachbarten Antimers umbiegen, so werden sie in diesen Bezirken auch als die interbrachialen Bogen (Sladen) bezeichnet. Dieser Terminus „interbrachialer Bogen" ist also in einem anderen Sinne zu verstehen als die Perrier'sche Bezeichnung „ventrolateraler Bogen". Als erste Platte (vl_1 in Fig. 1) eines jeden ventrolateralen Bogens bezeichnet Perrier diejenige, die an die Reihe der Adambulacralstücke anstösst; da sie oft in ihrer Form verschieden ist von den übrigen Bogenstücken, nennt er sie die Initialplatte des Bogens.

Häufig ist die Ausbildung der Ventrolateralstücke auf den der Scheibe angehörigen Theil der Antimeren beschränkt, mitunter in solchem Maasse, dass in den Armwinkeln nur eine ganz geringe Anzahl von Ventrolateralplatten zur Entwicklung kommt; alsdann stossen weiter nach den Armspitzen zu die unteren Randplatten unmittelbar an die Adambulacralplatten. Aber auch bei reichlicher Entwicklung der Ventrolateralstücke reicht ihre innere (aus den Initialstücken der Bogen gebildete) Längsreihe weiter nach der Armspitze hin als die zweite Längsreihe, diese wieder weiter als die dritte u. s. w. Die ventralen Bogen werden also um so kürzer je näher sie den Armspitzen liegen und nehmen zugleich an Zahl der sie zusammensetzenden Stücke ab. Auch in den Armwinkeln treten durch das Zusammenstossen der Bogen zweier benachbarten Antimeren Reductionen in der Zahl der den einzelnen Bogen bildenden Skeletstücke ein. Im Ganzen hängt die geringere oder reichere Entwicklung der Ventrolateralstücke natürlich ab von der Breite der Antimeren und dem Maasse, in dem sich die Antimeren an der Bildung der Scheibe betheiligen.

Wenn es auch keine seltene Erscheinung ist, dass sich an jede Adambulacralplatte nur je ein ventrolateraler Bogen anlehnt, so sind die Bogen dennoch weder in ihrer Zahl noch in ihrer Anordnung an die Adambulacralstücke und ebensowenig an die unteren Randplatten streng gebunden. Auch kommt es häufig vor, dass die Ventrolateralstücke die regelmässige Anordnung in Bogen überhaupt ganz aufgeben, was namentlich dann eintreten kann, wenn beim Mangel deutlicher Randplatten das interambulacrale Skelet ohne scharfe Grenze in das antiambulacrale übergeht.

In ihrer Form unterliegen die Ventrolateralplatten grossen Verschiedenheiten; bald stellen sie polygonale, dicht aneinanderstossende Platten dar, die eine Art von Pflaster oder Mosaik bilden; bald übergreifen sie sich mit ihren Rändern in schuppenförmiger Weise; bald lassen sie Zwischenräume zwischen sich, die von unverkalkter Haut eingenommen werden oder auch zum Durchtritt von Kiemenbläschen benutzt werden, und stellen dann in ihrer Gesammtheit ein Netzwerk dar. Sie können auf ihrer freien Oberfläche Körnchen oder Dornen tragen oder derartiger Skeletanhänge ganz entbehren.

c. Die unteren Randplatten (*M* in Fig. 1) sind bei den *Paxillosa* und *Valvata* (die zusammen den Sladen'schen *Phanerozonia**) entsprechen) gut ausgebildet und bilden dann den Rand der Ventralseite, während sie bei den *Forcipulata, Spinulosa* und *Velata* (= den Sladen'schen *Cryptozonia***)) weniger deutlich entwickelt sind und sich oft kaum unterscheiden lassen. Ihren Namen „untere Randplatten" haben sie erst durch Joh. Müller (372) erhalten, der sie auch als marginale Interambulacralplatten bezeichnete, während früher Blainville (64) und L. Agasiz (10) sie als Interambulacralplatten schlechthin, Meckel (345a) als Seitenplatten, Gaudry (156) als lateroventrale Stücke beschrieben hatten. Bei Sladen (503) heissen sie infero-marginale, bei Perrier ventrale Marginal-Platten.

Bei typischer Ausbildung ordnen sie sich jederseits an jedem Antimer zu einer vom Armwinkel bis zur Armspitze reichenden, geschlossenen Reihe, die mit ihrem distalen (= aboralen) Ende sich bis unter die Terminalplatte zu erstrecken pflegt. Die einzelnen Platten sind verhältnissmässig gross, bald breiter als lang, bald länger als breit, manchmal in der Nähe der Armwinkel kürzer (wie comprimirt) als weiterhin am Arme; an der Armspitze aber nehmen sie in der Regel allmählich an Grösse ab. Meistens sind die Platten dick und massiv (z. B. bei den Archasteriden, Astropectiniden, Pentagonasteriden und Antheneiden), seltener dünn und lamellenförmig (bei den Porcellanasteriden). Ihre freie Oberfläche ist nackt oder mit Körnchen, Dornen oder Stacheln, den unteren Randstacheln, besetzt. Die Zahl der unteren Randplatten ist bei den einen Arten eine ziemlich kleine, während sie bei anderen eine beträchtliche Höhe erreicht. Die der interradialen Hauptebene zunächstgelegene Platte wird als innerste oder erste bezeichnet; die letzte dagegen ist diejenige, die der Armspitze zunächst liegt. Diese Zählungsweise entspricht zugleich der Altersfolge der Platten; die neuen Platten entstehen nämlich ebenso wie die Adambulacral- und Ambulacralstücke stets an der Terminalplatte des Armes. Indessen ist die Zahl der Randplatten dennoch keineswegs an die Zahl der ambulacralen Skeletstücke gebunden, sondern in der Regel erheblich kleiner als diese. Die rechte und linke Reihe der unteren Randplatten eines jeden Antimers sind fast ausnahmslos genau symmetrisch

---

*) φανερός sichtbar, deutlich; ζωνή Gürtel.

**) κρυπτός versteckt, verborgen; ζωνή Gürtel.

entwickelt, sodass beide Reihen aus einer gleichen Anzahl paarig gegenüberliegender Platten bestehen.

3. Das antiambulacrale Skelet.

Das antiambulacrale Skelet (Dorsalskelet, Abactinalskelet) (Fig. 3) wird aus den sämmtlichen der Dorsalseite angehörigen Skelettheilen gebildet. Als Bestandtheile desselben lassen sich unterscheiden: erstens die oberen Randplatten, falls solche zu deutlicher Ausbildung gelangt sind; zweitens die an der Spitze eines jeden Armes befindliche Terminalplatte; drittens die primären Platten des Scheibenrückens, die wieder in Centralplatte, primäre Interradialplatten und primäre Radialplatten zerfallen; viertens die secundären Radialplatten der Arme und der Scheibe; fünftens die Dorsolateralplatten; sechstens die supplementären Platten der Scheibe und der Arme; endlich siebtens die Madreporenplatte.

a. Die oberen Randplatten (*M* in Fig. 3) gehen in ihrem Auftreten gewöhnlich Hand in Hand mit den unteren Randplatten, mit denen sie mitunter erst durch intercalirte Stücke, in der Regel aber durch unmittelbare Berührung in Verbindung treten. Entsprechend den verschiedenen Benennungen der unteren Randplatten führen auch sie in der Literatur bald den Namen Seitenplatten (Meckel [345a]), Interambulacralplatten (Blainville [64] und L. Agassiz [10]), latero-dorsale Stücke (Gaudry [156]), supero-marginale Platten (Sladen [503]), dorsale Marginalplatten (Perrier). Zusammen mit den Terminalplatten liefern sie die Umrandung der dorsalen (= abactinalen) Seite des Seesternes. Wie die unteren Randplatten sind sie bei guter Ausbildung in eine geschlossene Reihe geordnet, die bis an oder unter den Seitenrand der Terminalplatte reicht. In Bezug auf ihre Form, Zahl, Zählungsweise und Altersfolge gilt auch für sie das bei den unteren Randplatten Gesagte. In der Regel liegen sie genau über den unteren Randplatten, sodass ihre Zahl mit derjenigen der unteren übereinstimmt und zugleich die queren Trennungslinien der aufeinander folgenden oberen Randplatten in dieselben Querschnittsebenen des Antimers fallen wie die der unteren; doch kommt es auch vor, dass jene Trennungslinien der oberen Randplatten mit denen der unteren alterniren (bei einzelnen *Pontaster*- und *Pararchaster*-Arten). Bei *Styracaster, Thoracaster* und einigen *Hyphalaster*- und *Nymphaster*-Arten stossen die beiderseitigen oberen Randplatten eines jeden Antimers im Bereiche der Arme in der radialen Hauptebene zusammen.

Während sonst sowohl an den oberen wie an den unteren Randplatten die interradiale Hauptebene zwischen den beiden ersten Platten der benachbarten Antimeren hindurchgeht, lagert sich bei *Pararchaster* eine unpaare (obere und untere) Randplatte so in den Armwinkel, dass sie durch die interradiale Hauptebene halbirt wird.

b. Der Terminalplatte (*T* in Fig. 1 und 3) wurde erst durch Joh. Müller (372) nähere Beachtung geschenkt. Er gab ihr ihren Namen, den ich (307) wieder in Erinnerung brachte, woraufhin Sladen (503),

Fewkes (132) und Perrier sich desselben gleichfalls bedienten. Nebenbei wurde die Terminalplatte von mir (307) und Sladen (503) wegen ihrer Beziehungen zur Ocularplatte am Apex der Seeigel auch als Augenplatte bezeichnet. Wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, treten die Terminalia schon sehr früh an den jungen Thieren auf, früher als irgend welche anderen, inter- oder antiambulacralen Skeletstücke der Arme und vielleicht auch der Scheibe. Von Anfang an legt sich jedes Terminale als ein einheitliches, unpaares Stück an, das seine Lage am distalen Ende der Dorsalseite seines Antimers niemals aufgibt. Der Versuch Sladen's (503), das Terminale als eine Verschmelzung zweier oberer Randplatten anzusehen und es demgemäss mit diesen für morphologisch gleichwerthig zu erklären, ist völlig verfehlt. Das Einzige, was er zur Stütze seiner Ansicht vorbringt, ist die Beobachtung, dass das Terminale bei einigen Astropecten-Arten (*acanthifer* und *imbellis*) auf seiner Dorsalseite eine Längsfurche besitzt, die er ohne jeden weiteren Grund für eine Verwachsungslinie hält, eine Ausdeutung, die in ihrer Willkürlichkeit die Thatsache nicht zu erschüttern vermag, dass es weder anatomisch noch entwicklungsgeschichtlich möglich ist, in dem Terminale etwas anderes als ein von Haus aus unpaares Skeletstück zu sehen.

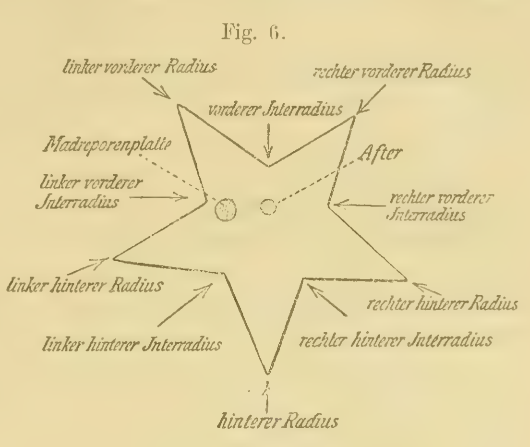
Durch seine auffallende Grösse zeichnet sich das Terminale bei den Porcellanasteriden und vielen Pentagonasteriden aus; auch einzelne Archasteriden (*Dytaster*- und *Plutonaster*-Arten) besitzen grosse Terminalplatten, während sie bei den meisten Archasteriden und Astropectiniden nur von mässiger Grösse sind. Unscheinbar kleine Terminalia finden sich dagegen vorzugsweise bei den *Forcipulata*, *Spinulosa* und *Velata*. Oberflächlich sind die Terminalplatten, ähnlich wie die oberen Randplatten, bald nackt, bald mit Körnchen, Höckerchen, Dornen oder Stacheln besetzt.

c. Die Primärplatten des Scheibenrückens (*C*, *JR* und *R* in Fig. 3.) Damit bezeichnen wir elf Platten, die sich früher als alle anderen auf dem Scheibenrücken des jungen Seesternes anlegen und manchmal auch noch beim erwachsenen Thiere sich durch ihre Grösse und regelmässige Lagerung vor den übrigen Skeletstücken des Scheibenrückens auszeichnen. In der schematischen Fig. 3 sind sie durch eine besondere Schraffirung kenntlich gemacht und, um sie noch mehr hervorzuheben, grösser dargestellt, als sie beim erwachsenen Thiere in Wirklichkeit sind. Bei Seesternen mit mehr als fünf Antimeren sind es dieser Platten natürlich entsprechend mehr; bezeichnen wir die Zahl der Antimeren wieder mit n, so beträgt die Zahl der Primärplatten des Scheibenrückens immer $2 \times n + 1$.

Eine von diesen Platten (*C* in Fig. 3) liegt genau oder fast genau im Mittelpunkte des Rückens und wird deshalb als das Centrale oder Dorsocentrale bezeichnet. Orientirt man den Seestern (Fig. 6) so, dass bei abwärts gerichtetem Munde der Interradius der Madreporenplatte (*JRM* in Fig. 3) der vordere linke ist, so liegt der After (*A* in Fig. 3), falls ein solcher überhaupt vorhanden ist, stets am vorderen Rande der Centralplatte.

Von den zehn übrigen Primärplatten liegen fünf in der Richtung der Radien, die fünf anderen in der Richtung der Interradien. Die letzteren, die wir die primären Interradialplatten (*JR* in Fig. 3) nennen wollen, treten früher auf als jene (s. das Kapitel Ontogenie). Sladen (502, 503) und ihm nachfolgend Perrier bezeichnen die primären Interradialplatten als „Basalia“, indem sie dieselben mit den Basalplatten des Crinoideenkelches vergleichen, während ich (307) und Fewkes (132) sie wegen ihrer Beziehungen zu den Genitalplatten der Seeigel auch „Genitalia“ nannten.

Fig. 6.



Die fünf primären Radialplatten (*R* in Fig. 3) wurden früher von mir (307) als erste intermediäre Platten des Scheibenrückens bezeichnet; Sladen und Perrier nennen sie einfach Radialia, während Fewkes (132) dafür die Bezeichnung „erstes Dorsale“ oder „erstes medianes Dorsale“ gebraucht. Ob es mit Rücksicht auf die Entwicklungsgeschichte wirklich zulässig ist, diese Platten mit den primären Interradialplatten und der Centralplatte in dieselbe Gruppe von Skelettheilen zusammenzufassen, wird sich besser erst im Kapitel Ontogenie erörtern lassen. Sladen und Perrier gehen noch weiter, indem sie auch noch diejenigen Platten, die wir gleich nachher als erste der secundären Radialplatten des Scheibenrückens werden kennen lernen, unter dem Namen „Infrabasalia“ oder „Unterbasalplatten“ in dieselbe Gruppe rechnen. Sie vergleichen diese ganze Gruppe, die also nach ihrer Meinung aus einem Centrale, n primären Interradialplatten, n primären Radialplatten und dazu n Unterbasalplatten zusammengesetzt ist, mit den Bestandtheilen des Crinoideenkelches; Perrier nennt die ganze Gruppe deshalb geradezu „Kelchplatten“ (Calicinalia), während Sladen die Bezeichnung „Apicalia“ oder „primäre Scheitelplatten“ vorzieht.

Beim jungen Thiere liegen die Primärplatten des Scheibenrückens nahe beisammen oder grenzen unmittelbar aneinander; dabei liegen die primären Radialia stets etwas weiter von der Centralplatte entfernt als die primären Interradialia. Bei den erwachsenen Thieren aber rücken die primären Platten des Scheibenrückens mehr oder weniger weit auseinander, indem sich secundäre Platten zwischen sie eindrängen. Meistens unterscheiden sie sich alsdann in Grösse und Form gar nicht oder fast gar nicht mehr von den übrigen, sie umgebenden Platten des Scheibenrückens. Seltener lassen sie sich aber auch noch an den erwachsenen Thieren erkennen (II, 2), wenn entweder keine, z. B. bei *Cnemidaster wyvillei* Slad., oder nur wenige Platten sich zwischen sie gedrängt haben, wie es z. B. bei

vielen anderen Zoroasteriden, bei *Neomorphaster talismani* Perr., *Korethraster setosus* Perr. und verschiedenen *Marginaster*-Arten der Fall ist, oder wenn die zwischengeschobenen Platten kleiner bleiben als die primären, wie sich das z. B. bei einzelnen Asteriniden und Pentacerotiden beobachten lässt, namentlich aber bei vielen Pentagonasteriden vorfindet, z. B. bei *Paragonaster strictus* Perr., *Phaneraster semilunatus* Linck (= *Astrogonium cuspidatum* M. und Tr.), bei verschiedenen *Dorigona-*, *Pentagonaster-* und *Stellaster*-Arten.

d. Die secundären Radialplatten der Arme und der Scheibe (*Rb* und *Rd* in Fig. 3). Mit dem Heranwachsen des jungen Thieres füllt sich der durch das Längenwachsthum der Arme immer grösser werdende Abstand zwischen der primären Radialplatte der Scheibe und dem die Armspitze einnehmenden Terminale mit einer der Medianlinie des Armrückens folgenden Reihe von Skeletstücken, die man als die secundären Radialplatten des Armes oder Radialia brachialia bezeichnen kann. Mitunter tritt diese Plattenreihe in Gestalt eines Längskieles hervor; Perrier nennt die Platten deshalb „Carinalia" (= Kielplatten). Bei Fewkes (132) heissen sie zusammen mit den primären Radialplatten „mediane Dorsalplatten". Sladen (503) beschreibt sie als „medioradiale Reihe der Abactinalplatten". Die früheren Autoren unterschieden sie nicht von den Dorsolateralplatten; so z. B. fasst Gaudry (156) sie mit diesen in der Bezeichnung „Tergalia" (= Rückenplatten) zusammen.

Ihre Altersfolge ist dieselbe wie die der ambulacralen Skeletstücke und der unteren und oberen Randplatten; die jüngste liegt also dem Terminale, die älteste der primären Radialplatte zunächst. Dementsprechend werden sie von der primären Radialplatte an gezählt (z. B. Rb_1, Rb_{14} in Fig. 3). Beim erwachsenen Thiere sind sie zwar manchmal, z. B. bei vielen Archasteriden, Porcellanasteriden, Asteriiden, Solasteriden und Echinasteriden, nicht mehr von den übrigen Skeletstücken des Armrückens zu unterscheiden. Doch gibt es zahlreiche Arten, bei denen sie zeitlebens als eine durch Grösse und Form oder durch besondere Bestachelung oder wenigstens durch ihre regelmässige Anordnung ausgezeichnete Skeletreihe leicht zu erkennen sind; dahin gehören besonders viele *Valvata*, namentlich zahlreiche Pentagonasteriden (z. B. *Astrogonium-*, *Paragonaster-*, *Dorigona-*, *Pentagonaster-*, *Phaneraster-*, *Calliaster-* und *Stellaster*-Arten), aber auch Gymnasteriiden, Antheneiden und Linckiiden (z. B. *Ophidiaster* und *Narcissia*), ferner aus der Ordnung der *Forcipulata* die Zoroasteriden: *Cnemidaster, Pholidaster* und *Zoroaster,* die Stichasteriden *Neomorphaster* und *Stichaster* und viele Asteriiden.

Ebenso wie sich distal von den primären Radialplatten eine Reihe von secundären Radialplatten in die dorsale Medianlinie des Antimers einlagert, so kann sich auch an der proximalen Seite der primären Radialplatten ein Zug von radial geordneten Platten zwischen die primäre Radialplatte und das Centrale einschieben. Wir nennen sie die secundären Radialplatten des Scheibenrückens (*Rd* in Fig. 3) oder auch Radialia

discinalia. Beim jungen Thiere pflegen sie deutlich ausgebildet zu sein; beim erwachsenen jedoch lassen sie sich nur noch selten unterscheiden und sind auch dann verhältnissmässig klein und unansehnlich, z. B. bei *Zoroaster fulgens* Wyv. Thoms., *tenuis* Slad., *Pholidaster squamatus* Slad., *Phaneraster semilunatus* Linck, *Gymnasteria carinifera* Lam. Nach Fewkes (132) folgen sie ihrem Alter nach so aufeinander, dass die älteste dem primären Radiale, die jüngste dem Centrale zunächst liegt. Sie werden demnach von der primären Radialplatte an gezählt (Rd_1, Rd_2, Rd_3 in Fig. 3). Die Wachsthumsrichtung der secundären Radialplatten geht also in der Scheibe wie im Arme von der primären Radialplatte aus, ist aber in der Scheibe eine umgekehrte (nämlich centripetale) wie im Arme (wo sie eine centrifugale ist). Die erste der secundären Radialplatten der Scheibe (Rd_1 in Fig. 3) haben Sladen (502, 503) und Perrier in einem wohl kaum haltbaren Vergleiche mit den Kelchplatten der Crinoideen als „Infrabasalia" (= Unterbasalplatten) bezeichnet.

c. Die Dorsolateralplatten (*dl* in Fig. 3) entsprechen im Grossen und Ganzen den Ventrolateralplatten des interambulacralen Skeletes (S. 532). Ihren Namen erhielten sie durch Fewkes (132) und Perrier; Gaudry (156) verstand dagegen unter derselben Bezeichnung die oberen Randplatten. Sie füllen rechts und links von den secundären Radialplatten das bis zu den oberen Randplatten reichende Seitenfeld des Armrückens aus; auf der Scheibe gehen diese Felder in das Scheitelfeld über, das sich nur künstlich durch Linien begrenzen lässt, welche die primären Interradialplatten mit den primären Radialplatten verbinden. Sind die Randplatten nicht deutlich entwickelt, so gehen die Dorsolateralplatten an den Seiten der Arme allmählich in die Ventrolateralplatten über. Aehnlich wie die Ventrolateralplatten können sich auch die Dorsolateralen zu queren Reihen ordnen, die von Perrier als dorsale Bogen bezeichnet werden. Zugleich sind dann die Dorsolateralstücke so geordnet, dass sie Längsreihen bilden, die parallel mit der Reihe der secundären Radialplatten verlaufen. In Zahl und Anordnung sind die dorsalen Bogen weder an die oberen Randplatten noch an die secundären Radialplatten gebunden. Auch fehlt es nicht an Beispielen, dass die Dorsolateralplatten überhaupt nicht in „Bogen", sondern ganz unregelmässig gestellt sind. In ihrer Form, Grösse, Körnelung oder Bedornung u. s. w. sind die Dorsolateralplatten nicht weniger mannigfaltig als die Ventrolateralen. Sie können sich zu einem Pflasterwerk dicht aneinander schliessen oder sich dachziegelig übergreifen. In anderen Fällen berühren sie sich nur mit einzelnen Punkten ihrer Umrandung und bleiben im Uebrigen durch unverkalkte Haut oder durchtretende Kiemenbläschen von einander getrennt. Erheben sich derartige Dorsolateralplatten zu einer kurzen, auf einer basalen Verbreiterung emporragenden Säule, so werden sie zum Schafte der Paxillen (s. S. 510). Tritt diese Umwandlung der Dorsolateralplatten zu Paxillenschäften ein, so erleiden auch die übrigen Platten des antiambulacralen Skeletes mit Ausnahme der oberen Randplatten dieselbe Umgestaltung.

Das zeigt, dass überhaupt die ganze Unterscheidung der antiambulacralen Platten in dorsolaterale und in secundäre radiale etwas Gekünsteltes und Unnatürliches an sich hat. Das Gleiche geht auch aus dem Umstande hervor, dass sich wenigstens beim erwachsenen Thiere sehr häufig keinerlei Unterschiede zwischen den secundären Radialplatten und den Dorsolateralplatten auffinden lassen.

Im Bereiche des Scheitelfeldes können zwischen den Reihen der secundären Radialplatten der Scheibe ebenfalls Platten auftreten, die sich in ihrer Gestaltung von den Dorsolateralplatten des Armrückens nicht unterscheiden lassen; um keinen besonderen Namen für sie einzuführen, wollen wir sie die Dorsolateralpatten der Scheibe nennen (*dld* in Fig. 3).

f. Die supplementären Platten der Arme und der Scheibe (*s* in Fig. 3). Die Verbindung der Dorsolateralplatten zu einem netzförmigen Maschenwerk kann dadurch unterstützt werden, dass die Zwischenräume der auseinander gerückten Platten durch supplementäre Skeletstücke überbrückt werden. Perrier hat diese Stücke, die man auch Connectivplatten nennen könnte, als Reticularia = Netzstücke („pièces réticulaires") bezeichnet und sie wieder, je nachdem sie in der Längs- oder Querrichtung der Arme liegen, in longitudinale und transversale eingetheilt; sie können aber auch ganz regellos gelagert sein. In derselben Weise wie die supplementären Platten das dorsale Armskelet vervollständigen, können auch im Scheitelfelde der Scheibe ebensolche supplementären Stücke auftreten (s. Fig. 3). Perrier hat ihnen, wie mir scheint in einem gewissen Uebereifer der Namengebung, die Bezeichnung Discinalia beigelegt und sie je nach ihrer Richtung wieder als radiale und transversale unterschieden. Indessen versteht er unter seinen Discinalia zugleich auch diejenigen Skeletstücke, die ich vorhin Dorsolateralplatten der Scheibe nannte, sodass seine „Discinalia" eigentlich alle Skeletstücke des Scheibenrückens umfassen, die nicht zu seinen „Calicinalia" gehören.

g. Die Madreporenplatte (*Md* in Fig. 3) gehört functionell zum Wassergefässsystem und wird deshalb erst dort näher zu behandeln sein. An dieser Stelle soll nur ihre Lage und ihre Beziehung zu den übrigen Platten des Hauptskeletes ganz kurz erwähnt werden. Falls, wie es trotz der nicht seltenen Ausnahmen die Regel ist, nur eine einzige Madreporenplatte vorhanden ist, liegt sie stets im vorderen linken Interradius, wenn man den Seestern bei abwärts gerichtetem Munde mit dem Interradius des Afters (*JRA* in Fig. 3) nach vorn stellt (Fig. 3 und Fig. 6). Hier nimmt sie beim erwachsenen Thiere gewöhnlich eine solche Lage ein, dass sie durch die interradiale Hauptebene genau halbirt wird. Sie kommt entweder durch eine Umbildung der primären Interradialplatte des betreffenden Interradius zu Stande (*JR*, *Md* in Fig. 3) oder sie legt sich an der Aussenseite dieser Platte, zwischen ihr und den oberen Randplatten als ein selbstständiges Skeletstück an (*Md* in Fig. 3); im letzteren Falle kann sie indessen nachträglich mit der primären Interradialplatte verschmelzen (*Md'* in Fig. 3).



Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abtheilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Bearbeitet von

Dr. H. Ludwig,
Professor in Bonn.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

19. Lieferung.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1895.

D. Bau und Grundform der Skeletstücke.

Wie schon Gaudry (156) bekannt war, haben die sämmtlichen Skeletstücke der Seesterne ein netzförmiges Gefüge. Die verkalkte Substanz ordnet sich nämlich in Form von verästelten und anastomosirenden Kalkstäbchen an, die bald engere, bald weitere Maschen zwischen sich lassen (II, 10). In den Maschen liegen die unverkalkt bleibenden, bindegewebigen Bildungszellen des Kalkgewebes. So verschieden auch die Form und Grösse der einzelnen Skeletstücke ist, stets wird der netzförmige Aufbau festgehalten. Um so kräftiger die Stäbe des Kalknetzes und um so enger die Maschen sind, um so fester und widerstandsfähiger ist das ganze Skeletstück. In allen Fällen aber bleiben die Maschen so klein, dass man sie nur mit Hülfe des Microscopes erkennen kann.

Verfolgt man die Entstehung der Skeletstücke, so stellt sich heraus, dass nur ausnahmsweise ein Skeletstück aus der Verschmelzung zweier, anfänglich gesonderter Stücke gebildet wird. In der Regel ist vielmehr jedes Skeletstück von Anfang an ein einheitliches Gebilde, das von seinen Nachbarn gesondert bleibt, wenn es sich auch noch so eng an dieselben anlagert. Wie bei den Holothurien tritt uns auch bei den Seesternen die erste Anlage eines jeden Skeletstückes als ein an seinem Ende zu dichotomischer Verzweigung neigendes Kalkstäbchen entgegen. Die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen (siehe Kapitel Ontogenie) haben übereinstimmend gezeigt, dass die ambulacralen und adambulacralen Skeletstücke ebenso wie die antiambulacralen diesem Gesetze folgen und dass auch die äusseren Skeletanhänge nicht davon abweichen. Die stäbchenförmige Anlage gabelt sich bald nur an einem, bald an beiden Enden und nimmt so eine Yförmige oder Xförmige Gestalt an. Durch weitere, bei ganz regelmässiger Ausbildung stets im Winkel von 120° stattfindende Vergabelung der Enden und Verschmelzung der aufeinander treffenden Gabeläste entsteht ein Maschennetz, das ursprünglich hexagonale Maschen aufweist. Doch runden sich die Maschen fast ausnahmslos mehr oder weniger ab, sodass sie einen kreisförmigen oder länglichen Umriss darbieten. Die Kalkstäbe selbst nehmen unterdessen auch durch Dickenwachsthum zu. Weiterhin bleibt es in den meisten Fällen nicht bei einer lediglich flächenhaften Ausbreitung des Kalknetzes. Es erheben sich vielmehr von den Kalkstäben des Netzes auch aufsteigende Aeste, die sich wiederum weiter in horizontaler und verticaler Richtung vergabeln und durch Anastomosen zu Maschen verbinden, die sich über dem Netzwerke der flachen Grundplatte anordnen. Indem sich dieser Vorgang wiederholt, entwickelt sich das Kalknetz nach allen Richtungen des Raumes und baut auf solche Weise das ganze Skeletstück auf.

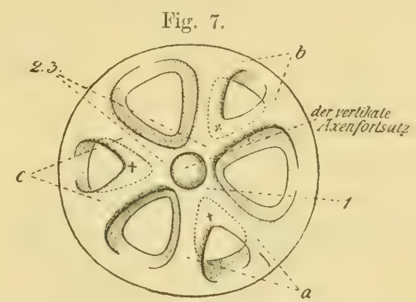
Im Einzelnen ist die Entwicklung der Stacheln (II, 3—9) am genauesten verfolgt worden. Durch meine (307), von Semon*) bestätigten Beobachtungen an *Asterina gibbosa* (Penn.) hat sich gezeigt, dass die erste Anlage des

*) Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel, VII. Bd., 1887, p. 295, 297.

Stachels durch ein winziges dreistrahliges Kalkkörperchen (II, 3) dargestellt wird, das durch Theilung seiner drei Strahlen (II, 4) sehr bald sechsstrahlig wird. Alsdann bildet jeder Strahl des kleinen sechsstrahligen Sternes an seinem freien Ende einen linken und einen rechten Fortsatz, mit dem er seinem Nachbarn entgegenwächst (II, 5). Im nächsten Stadium erreichen sich die Fortsätze, verschmelzen miteinander und bilden so aus dem sechsstrahligen Stern ein sechsspeichiges Rädchen (II, 6). Dieses sechsspeichige Rädchen ist die Basalplatte des künftigen Stachels. Damit nun aus dem sechsspeichigen Rädchen ein Stachel werde, erhebt sich zunächst aus dem Centrum desselben, und zwar auf der der Körperoberfläche zugewandten Fläche, ein kleiner dreispitziger Fortsatz, der in der Mitte seiner drei horizontal gestellten Spitzen eine vierte verticale Spitze in die Höhe treibt. Mitunter tritt dieser Fortsatz schon auf (II, 7), wenn die Basis noch nicht die Rädchen-, sondern erst die Sternform hat, meistens aber entsteht er erst nach Bildung des Rädchens. Untersucht man die Stellung der drei horizontalen Spitzen des Fortsatzes genauer, so bemerkt man, dass dieselben nicht in eine und dieselbe horizontale Ebene fallen, sondern in verschiedener Höhe liegen (II, 8). Untereinander haben die drei Spitzen gleichen Abstand, bilden also Winkel von 120° miteinander. Geht man von derjenigen Spitze aus, deren Ebene der Ebene der Basalplatte am nächsten liegt — es ist diejenige, die in der Abbildung (II, 8) direct auf den Beschauer gerichtet ist — so findet man die nächst höher gelegene Spitze links von ihr, die dritte höchstgelegene aber rechts. Man muss also die mittlere verticale Axe, von der die drei Spitzen ausstrahlen, wenn man von der untersten der drei Spitzen zur nächst höheren und von dieser zur höchsten aufsteigen will, im Sinne einer rechts gewundenen Spirale (rechts gewunden im Sinne der Mechaniker = Deltaspirale) umwandern. Im nächsten Stadium der Stachelbildung erhebt sich auf der Peripherie der der Körperoberfläche zugekehrten Seite der rädchenförmigen Basalplatte jeder Speiche entsprechend ein kurzer Fortsatz. Von diesen sechs Fortsätzen verbinden sich je zwei an ihrer Spitze miteinander, so wie auch mit dem äussersten Ende einer der drei von der verticalen Axe der Stachelanlage ausstrahlenden horizontalen Spitzen. Auf solche Weise erhalten wir dann die erste Bildung aufrecht stehender Maschen über der Basalplatte und zugleich die Anlage der drei Kanten, die wir von nun an am jungen Stachel (II, 9) wahrnehmen. Um das Gesagte verständlicher zu machen, möge die nebenstehende schematische Figur 7 dienen. Der weitere Aufbau des Stachels geschieht nun in der Weise, dass über jeder der drei horizontalen Spitzen, die jetzt mit je zwei Erhebungen des Rädchenrandes verwachsen sind, und zwar an den in der nebenstehenden Figur mit + bezeichneten Stellen, sich ein senkrecht aufsteigender Stachel erhebt. Wir haben dann im Ganzen vier senkrecht aufsteigende Stacheln: einen centralen und drei peripherische. Diese vier Stacheln bleiben aber nicht isolirt voneinander, sondern es bildet sich an dem centralen in der Richtung auf jeden peripherischen und an jedem peri-

pherischen in der Richtung auf den centralen je ein horizontaler Fortsatz. Die einander zugekehrten horizontalen Fortsätze des centralen und der peripherischen Stacheln wachsen aufeinander los, berühren sich und verwachsen schliesslich miteinander; auf diese Weise bilden sich zwischen den vier Stacheln drei senkrecht gestellte Maschen. Unterdessen sind die Stacheln weiter gewachsen und sobald sie eine gewisse Höhe erreicht haben, wird der Process der Maschenbildung wiederholt. So bauen sich schliesslich um den mittleren Axenstachel drei aus übereinander gestellten Maschen formirte und im Winkel von 120° zu einander stehende senkrechte Wände auf, deren Aussenränder dem jungen Seesternstachel seine dreikantige Form verleihen. Wir haben vorhin gesehen, dass die drei ersten horizontalen Spitzen, die an dem centralen Axenstachel auftreten, im Sinne einer rechts gewundenen Spirale angeordnet sind. Ganz das Gleiche trifft für die Maschen zu. Auch sie ordnen sich in solcher Weise um den centralen Axenstachel, dass man, um von der ältesten, der Basalplatte zunächst gelegenen Masche successive zu den nächst höheren Maschen aufzusteigen, die mittlere Axe im Sinne einer rechts gewundenen Spirale umwandern muss. Auch die drei peripheren Spitzen, in welche die Kanten des jungen Seesternstachels auslaufen, sind immer in gleichem Sinne angeordnet; immer sind sie von ungleicher Höhe, so dass ihre Spitzen nicht in eine horizontale Ebene, sondern in eine rechts gewundene Schraubenebene fallen. Die hier erörterte, von mir aufgefundene Gesetzmässigkeit in der Wachsthumsrichtung lässt sich demnach kurz so ausdrücken: der Stachel wächst in einer rechts gewundenen Spirale.

Fig. 7.



Ansicht einer jungen Stachelanlage (von aussen); *a, b, c,* die sechs Erhebungen auf dem Randtheile des Rädchens, die sich paarweise miteinander verbinden und zugleich sich verbinden mit *1, 2, 3,* den drei horizontalen Spitzen der Axe. In der Tiefe die sechs Maschen und sechs Speichen des Rädchens; +, +, +, die drei Stellen, an denen sich im nächsten Stadium ein senkrechter Stachel erhebt.

IV. Muskulatur der Körperwand.

Die Muskulatur der Körperwand zerfällt in zwei Gruppen: 1) die Muskulatur an der Innenseite der Rückenwand der Arme und der Scheibe; 2) die Muskulatur der Skelettheile.

1. Die Muskulatur der Rückenwand. Wie schon bei der Schilderung der Haut (S. 508) bemerkt wurde, ist die unmittelbar an das Peritonealepithel anstossende, nach innen von den Hohlräumen der Haut gelegene Cutisschicht durch die Einlagerung von Muskelfasern aus-

gezeichnet. Nach Hamann*) (und 212) besteht diese als Hautmuskelschlauch bezeichnete Muskellage aus einer äusseren Ringfaserschicht und einer inneren Längsfaserschicht. Bei *Asterias* lässt sich der Hautmuskelschlauch auch an den Seiten der Arme nachweisen und verschwindet ventralwärts erst in der Nähe der ambulacralen Skeletstücke.

Die Ringmuskelschicht ist überall nur schwach ausgebildet und wahrscheinlich mesenchymatösen Ursprunges. Sie entsendet zahlreiche Muskelstränge, die senkrecht zur äusseren Oberfläche des Seesternes die oben erwähnten Hohlräume der Körperwand durchsetzen und, in der äusseren Cutisschicht angelangt, sich an die dort befindlichen Skeletstücke befestigen. Ihre einzelnen Muskelfasern sind von ziemlicher Länge und besitzen einen länglich ovalen Kern, der der Muskelfaser aufliegt; an dem Skeletsstücke angekommen, löst sich jede Muskelfaser in viele Ausläufer auf, die in die Fortsätze der sternförmigen Bindegewebszellen überzugehen scheinen.

Die Längsmuskelschicht ist im Ganzen ebenfalls von geringer Mächtigkeit und nach Hamann's Behauptung, im Gegensatze zu der Ringmuskelschicht, epithelialer Herkunft. Durch Verdickungen der Längsmuskelschicht kommen aber an der Rückenseite der Arme und der Scheibe stärkere Muskelstränge (IV, 5) zur Ausbildung, die schon länger bekannt sind und früher für die alleinigen Muskeln der dorsalen Körperwand gehalten wurden. An den Armen kann man dieser dorsalen Längsmuskelstränge gewöhnlich drei unterscheiden: einen medianen und zwei seitliche. In der Scheibe fliessen diese drei Stränge unter spitzen Winkeln zu einem einzigen zusammen, der genau in der Richtung der radialen Hauptebene dem Mittelpunkte der Scheibe zustrebt und dort mit den gleichen Muskelsträngen der übrigen Antimeren zusammenstösst. In den Armen können die beiden seitlichen Stränge viel schwächer entwickelt sein als der mediane oder sogar ganz fehlen. Der Entdecker der dorsalen Längsmuskelstränge ist Konrad (261), der sie von *Asterias glacialis* O. F. Müll. beschreibt und abbildet. Später haben auch Delle Chiaje (84) bei *Ophidiaster ophidianus* und Hoffmann (232) bei *Asterias rubens* L. auf dieselben hingewiesen und ich selbst (304) habe ihre allgemeine Verbreitung durch Untersuchungen an *Culcita-*, *Echinaster-*, *Linckia-* und *Pentaceros*-Arten festgestellt.

2. Die Muskulatur der Skelettheile. Zur Bewegung der zahlreichen Skeletstücke, die sich in der Körperwand der Seesterne vorfinden, ist eine entsprechend grosse Anzahl von Muskeln vorhanden, die sich mit ihren beiden Enden an die betreffenden Skeletstücke ansetzen. Die Muskeln der äusseren Skeletanhänge (Stacheln, Dornen, Schuppen, Pedicellarien) haben wir bereits dort (S. 509 u. ff.) kennen gelernt, sodass wir hier nur die Muskeln des Hauptskeletes, insbesondere des ambulacralen Skeletes, zu betrachten haben. Joh. Müller (372) unterscheidet als solche:

*) Nachrichten von der Kgl. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen, 1884, p. 385.

a. Obere und untere Quermuskeln zwischen den beiden Hälften eines jeden Wirbels.

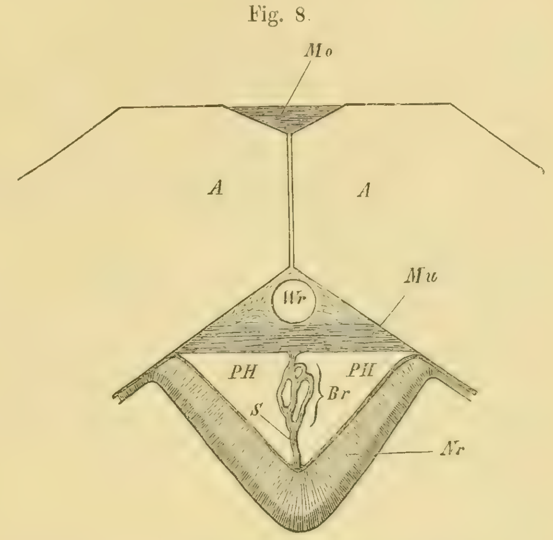
b. Muskeln, welche die Wirbel in der Längsrichtung des Armes verbinden.

c. Muskeln, welche die Adambulacralstücke in der Längsrichtung des Armes verbinden.

d. Muskeln zwischen den Adambulacralstücken und den Seitentheilen der Ambulacralstücke.

a. Jedes Ambulacralstück ist mit seinem Partner durch je einen oberen und unteren Quermuskel verbunden (Fig. 8). Diese Muskeln, auf die Konrad (261) zuerst aufmerksam machte, dienen zur Erweiterung und Verengerung der Ambulacralfurchen, indem durch Contraction des oberen Quermuskels die lateralen Enden der Fortsätze der beiden Ambulacralstücke voneinander entfernt, durch Contraction des unteren Quermuskels aber einander genähert werden. Während der obere Quermuskel den zusammenstossenden Körpern der beiden zu einem Paare gehörigen Ambulacralstücke unmittelbar aufgelagert ist, wird der untere Quermuskel durch den Radialkanal des Wassergefässsystemes davon getrennt. Stets ist der obere Quermuskel schwächer als der untere. Entsprechend seiner Entstehung aus zwei miteinander verschmolzenen Paaren von Ambulacralstücken besitzt der sog. erste Wirbel eines jeden Antimers zwei untere Quermuskeln (III, 2). Die einzelnen Muskelfasern der Quermuskeln sind von ungleicher Länge, drehrund, bei *Asterias rubens* L. nach Hamann (212) 1,4—2 μ dick, an den Enden in drei oder mehr Ausläufer getheilt; aussen liegt jeder Faser ein 4—5 μ langer, etwa 3 μ dicker Kern an.

Fig. 8.



Schematischer Querschnitt durch die Ambulacralfurche eines Seesternes zwischen zwei Füsschenpaaren. *A*, *A* die aneinander grenzenden Körper der Ambulacralstücke; *Mo* der obere, *Mu* der untere Quermuskel; *Wr* der Radialkanal des Wassergefässsystemes; *Br* das radiale Blutgefässgeflecht; *PH* der radiale Perihämalkanal (= Hyponeuralkanal); *S* das verticale Septum desselben; *Nr* der Radialnerv (genau: die innere Faserschicht des Epithels, in welche die in der Figur nicht angedeuteten Längsfasern des Radialnerven eingeschaltet sind).

b. Längsmuskeln zwischen den Ambulacralstücken finde ich nur bei Joh. Müller erwähnt, der ihre Kleinheit hervorhebt. Mir scheint, dass Joh. Müller damit die kurzen Muskelchen meint, die man zwischen

den lateralen Abschnitten der Fortsätze der aufeinander folgenden Ambulacralstücke antrifft (s. S. 525).

c. und d. Zu den zwischen den Adambulacralstücken angebrachten Muskeln ist weiter nichts zu bemerken.

Am Peristom kommt zu den vorstehend erwähnten Muskeln des Ambulacralskeletes noch in jedem Interradius ein besonderer, kräftiger Quermuskel, der sich zwischen den beiden ersten Wirbelfortsätzen zweier benachbarter Arme ausspannt und als interradiärer Quermuskel (III, 3) bezeichnet werden kann. Seine Lage ist in der schematischen Figur 5 (S. 530) durch einige feine parallele Querlinien angegeben. Ferner sind die beiden zu einer Mundecke zusammentretenden ersten Adambulacralstücke (= Mundeckstücke) an ihrem suturalen Rande ebenfalls durch einen kurzen, queren Muskel miteinander verbunden. Viguier (559) hat der Muskulatur des Peristoms eine besondere Betrachtung gewidmet. Seine Ansicht, dass dieselbe ohne jede Beziehung zu derjenigen des Armskeletes sei und etwas ganz Besonderes darstelle, das vor ihm noch kein Forscher berücksichtigt habe, ist von mir (303) berichtigt worden. Sein „muscle abducteur des dents“ ist der zwischen den ersten Ambulacralstücken eines jeden Antimers ausgespannte erste untere Quermuskel. Sein „muscle adducteur des dents“ ist identisch mit dem Quermuskel, der die beiden ersten Ambulacralstücke benachbarter Antimeren miteinander verbindet. Endlich ist sein „muscle interdentaire“ derselbe kurze Muskel, der, wie vorhin bemerkt, sich zwischen den beiden Mundeckstücken einer jeden Mundecke befindet.

V. Nervensystem.

Das ganze Nervensystem der Seesterne zerfällt, wenn wir den neuesten Angaben zunächst einmal vollen Glauben schenken, in drei, angeblich voneinander ganz unabhängige Systeme, von denen das am längsten und besten bekannte im Grunde des Ectoderms zwischen den basalen Fortsätzen des Epithels seine Lage einnimmt. Es wird manchmal als subepitheliales Nervensystem bezeichnet. Da es aber strenggenommen nicht unter, sondern in dem Epithel liegt, so wäre die Bezeichnung intraepitheliales Nervensystem gewiss zutreffender. Noch kürzer können wir es das ectodermale Nervensystem oder Ectoneuralsystem nennen. Ein zweites, angeblich nervöses System von Fasern und Zellen entwickelt sich an der Wand der Hyponeuralkanäle; ich nenne es deshalb das Hyponeuralsystem. Ein drittes System kommt im dorsalen Bereiche des Peritonealepithels zur Ausbildung und kann aus diesem Grunde als peritoneales Nervensystem oder, da das Peritonealepithel vom Entoderm abstammt, als entodermales Nervensystem oder kurz Entoneuralsystem bezeichnet werden. Auch das Hypo- und Entoneuralsystem sind in ihren centralen Theilen in ähnlicher Weise in die Tiefe einer epithelialen Zellenschicht eingelagert wie das von dem gesammten Ectoneuralsystem

gilt, sodass wir das ganze Nervensystem der Seesterne überhaupt als ein epitheliales bezeichnen können.

Uebersicht über das Nervensystem.

Centrales Nervensystem.	Peripherische Nerven.	Endorgane (Sinnesorgane).
A. Ectoneuralsystem (S. 548):		
Ringnerv (S. 548). ⟶		Sinneszellen des Ringnerven (S. 550).
↘	Nervenschicht der Mundhaut (S. 550).	
↓	Periösophagealer Nervenring (S. 551).	
↓	Nervenschicht der Verdauungsorgane (S. 550).	
↕		
Radialnerven (S. 548). ⟶		Sinneszellen der Radialnerven (S. 550).
↘	Nervengeflecht der Haut (S. 551). ⟶	Sinneszellen der Haut (S. 551).
↓	Nerven der Kiemenbläschen, Stacheln und Pedicellarien (S. 551).	
↘	Nerven der Füsschen (S. 551). ⟶	Sinneszellen der Füsschen (S. 552).
↘	Nerven der Augen (S. 554). ⟶	Augen (S. 553).
↘	Nerven der Fühler (S. 552). ⟶	Sinneszellen der Fühler (S. 552).
B. Hyponeuralsystem (S. 556):		
Lange'sche Nerven der Mundumgebung (S. 558). — ? ⟶	Nerven zu den Muskeln des Peristoms (S. 558).	
Lange'sche Nerven der Arme (S. 556). — ? ⟶	Nerven zu den Muskeln des Ambulacralskeletes und der Füsschenampullen (S. 558).	
C. Entoneuralsystem (S. 558). — ? ⟶	Nerven zu den dorsalen Längsmuskeln der Arme (S. 559).	

Als centrale Bestandtheile des Ectoneuralsystemes unterscheiden wir einen den Mund umkreisenden Ringnerv und die von diesem ausstrahlenden Radialnerven, von denen ein jeder der ventralen Medianlinie eines Armes folgt. Ringnerv und Radialnerven stehen mit Sinneszellen in Verbindung. Der Ringnerv gibt peripherische Nerven zur Mundhaut und zu den Verdauungsorganen ab. Die Radialnerven entsenden Nerven zur Haut, zu den Kiemenbläschen, Stacheln und Pedicellarien und zu den Füsschen und endigen distal in der Nerven-

schicht des Fühlers, nachdem sie an der Fühlerbasis die dort befindlichen Augen versorgt haben; in allen diesen Bezirken treten als Endorgane der Nerven Sinneszellen auf. Als centrale Theile des Hyponeuralsystemes kann man die von Lange zuerst näher beschriebenen Zellenwülste der Hyponeuralkanäle betrachten, von denen, wie wenigstens als wahrscheinlich hingestellt wird, die Muskelnerven der ventralen Körperseite entspringen, während das Entoneuralsystem die Muskelnerven der Dorsalseite abgeben soll.

In der folgenden Tabelle ist eine Uebersicht der verschiedenen Theile des Nervensystemes zu geben versucht; in Klammern ist überall auf die Stellen des Textes hingewiesen, wo die näheren Angaben zu finden sind.

A. Das Ectoneuralsystem.

1. Centrales Ectoneuralsystem.

a. Lage und Form. Der Ringnerv (III, 2, 3) verläuft im Umkreis des Mundes als ein über die Oberfläche der Mundhaut vorspringender ringförmiger, meistens gelber Wulst nahe an der adoralen Seite des Peristoms und ist bei mittelgrossen und grossen Seesternen leicht schon mit dem blossen Auge zu sehen. Adoral von jedem ersten Wirbel geht von ihm ein ganz ähnlich aussehender Radialnerv (III, 2) ab, der genau in der ventralen Medianebene des Armes bis zu dessen äusserster Spitze verläuft und, wenn man den Seestern von unten betrachtet, in der Tiefe der Ambulacralfurche als ein bald mehr abgeflachtes Band, bald als eine kantige Längsleiste (Fig. 8, S. 545) erscheint (II, 14; III, 1). Die Verbindungsstellen der Radialnerven mit dem Ringnerv sind häufig, namentlich bei fünfarmigen Arten, etwas winkelig vorgezogen, sodass der ganze Ringnerv dadurch eine annähernd pentagonale, bez. polygonale, Form erhält. Als Unterlage dient dem Ringnerven wie den Radialnerven eine dünne Bindegewebsplatte, auf welche weiter nach innen die pseudohämalen und hämalen Räume und noch weiter nach innen Ringkanal und Radialkanäle des Wassergefässsystemes folgen.

b. Zur Geschichte des Ringnerven und der Radialnerven. Nachdem Spix (512) in völligem Irrthume über den wirklichen Sachverhalt eine Anzahl bindegewebiger Befestigungsstränge des Darmsystems für die damals noch gänzlich unbekannten Nerven der Seesterne ausgegeben hatte, rückte Tiedemann (544, 545) der Wahrheit wenigstens näher, als er im Umkreise des Mundes und im Grunde der Armfurchen bei *Astropecten aurantiacus* (L.) ein „orangefarbenes Gefäss" beschrieb, welches einen „weissen Faden" bedecke. Den weissen Faden hielt er für das Nervensystem, während er über die Bedeutung des orangefarbenen Gefässes im Unklaren blieb. Erst Joh. Müller (371) gelangte zu der richtigen Erkenntniss, dass die oberflächliche Wand des „orangefarbenen Gefässes" das Nervensystem darstellt. Wie dann die späteren Forscher übereinstimmend gefunden haben, ist dagegen das Lumen des orange-

farbenen Gefässes ein nach innen vom Nervensystem gelegener Raum, dem ich (299) die Bezeichnung Perihämalraum beilegte, den man aber auch ebensowohl als Pseudohämalraum oder Hyponeuralraum bezeichnen kann. Tiedemann's Nerven hingegen werden durch ein Längsseptum dieses Raumes dargestellt, auf das wir bei Besprechung des Blutgefässsystemes und der Leibeshöhle näher zurückkommen werden. Joh. Müller (372) wollte die eigentlichen Centren des Nervensystemes nur in den Radialnerven erkennen, die er deshalb Ambulacralgehirne nannte; den Nervenring betrachtete er lediglich als eine secundäre Commissur derselben. Indessen hat sich durch die späteren Forschungen weder anatomisch noch entwicklungsgeschichtlich irgend ein Grund ausfindig machen lassen, der dieser Auffassung zur Stütze dienen könnte. Im Gegentheile, es entwickelt sich der Ringnerv noch vor dem Radialnerven, sodass man eher die letzteren als die secundären Bestandtheile ansehen dürfte. Das genauere Studium des centralen Nervensystems wurde erst 20 Jahre nach Joh. Müller's Entdeckung gleichzeitig durch Owsjannikow (394) und Greeff (181, 182, 184) aufgenommen*) und durch Hoffmann (232), Lange (276) und Teuscher (536) weitergeführt. Nachdem ich dann auch selbst (299) Einiges zur Klärung unserer Kenntnisse glaube beigetragen zu haben, wandte sich die Forschung zuletzt durch Hamann (211, 212) und Cuénot (93) vorwiegend den histologischen Detailfragen zu.

c. Histologie des Ringnerven und der Radialnerven. In ihrem feineren Baue stimmen Ringnerv und Radialnerven völlig überein**). Von aussen nach innen bestehen sie aus einer Zellenschicht und einer daruntergelegenen Faserschicht (III, 1, 2, 3). Die Zellenschicht ist ein umgebildeter Theil des allgemeinen Körperepithels. Die Faserschicht setzt sich aus aufrechten und längslaufenden Fasern zusammen.

Die Zellenschicht ist ziemlich dick, z. B. bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. 35 μ. Oberflächlich ist sie von einer bis 4 μ dicken, festen, homogenen, glashellen Cuticula überkleidet, die nach Cuénot aus einzelnen Stückchen besteht, welche, wie im übrigen Körpertheil, den darunter gelegenen Zellen entsprechen. Ueberragt wird die Cuticula von ziemlich kurzen, nicht sehr lebhaften Wimpern, die so vertheilt sind, dass in der Regel eine, seltener (nach Cuénot) zwei auf eine darunter befindliche Epithelzelle kommen. Die Zellen selbst sind langgestreckt, schmal, nach innen verjüngt und mit ihrer Längsaxe senkrecht zur Oberfläche gestellt. Ihre länglichen oder rundlichen, mit deutlichem Kernkörperchen ausgestatteten Kerne liegen in ungleicher Höhe. Das Zell-

*) Vorher hat allerdings schon Wilson (575) sich in dieser Richtung bemüht, aber mit so kläglichen Ergebnissen, dass es sich nicht verlohnt auf all das Fehlerhafte seiner Darstellung einzugehen. Wir können seine Arbeit, soweit sie sich auf den Ringnerven bezieht, im Folgenden ganz ausser Acht lassen.

**) Die einzige entgegengesetzte Behauptung von Jickeli (250) wird durch die von ihm angeführte Beobachtung nicht bewiesen.

plasma ist häufig mit gelblichen Pigmentkörnchen erfüllt, die es veranlasst haben, dass Tiedemann die Nervenbänder als „orangefarbene" Gefässe beschrieb. Das innere Ende der Zellen verdünnt sich zu einem fadenförmigen Fortsatz, der in die Faserschicht eindringt, dieselbe ihrer ganzen Dicke nach durchsetzt und schliesslich auf der Bindegewebsschicht endigt, die dem ganzen Nerven als Unterlage dient. Diese Fortsätze der Zellen stellen in der Faserschicht die aufrechten Fasern dar und sind an ihrem inneren Ende bald kurz gegabelt, bald zu einer kleinen Basalplatte verbreitert. Nach Hamann (211, 212), der die ebenbeschriebenen Epithelzellen als Stützzellen bezeichnet, kommen zwischen ihnen noch andere zartere, spindelförmige Zellen vor, deren innerer Fortsatz sich durch äusserste Feinheit sowie dadurch kennzeichnet, dass er die Faserschicht nicht bis zur Bindegewebslage durchdringt, sondern sich in ihr verzweigt. Hamann fasst diese zweite Zellensorte, deren Existenz übrigens von Cuénot (93, 99) entschieden in Abrede gestellt wird, als Sinneszellen auf.

Abgesehen von den aufrechten Fasern, die wir soeben als Verlängerungen der Epithelzellen kennen gelernt haben, besteht die Faserschicht aus feinsten Fibrillen, welche in parallelem Verlaufe und dichter Aneinanderlagerung der Längsrichtung des ganzen Nerven folgen und auf Querschnitten durch denselben als ungemein feine Pünktchen erscheinen*). Nach Cuénot sollen die Fibrillen durch Anastomosen miteinander in Verbindung stehen. Sie werden von allen Untersuchern übereinstimmend als Nervenfibrillen gedeutet. Man kann deshalb die Faserschicht auch als Nervenfaserschicht bezeichnen. Zwischen den Nervenfasern trifft man zerstreut und in unregelmässiger Anordnung kleine, etwa 6 μ grosse, meist spindelförmige, bipolare Ganglienzellen mit rundem oder ovalem Kerne, der mit einem Kernkörperchen versehen ist und nur von einer geringen Menge von Zellsubstanz umhüllt wird. Die Fortsätze der Ganglienzellen werden zu Längsfibrillen, sodass also die Zellen eigentlich nicht zwischen den Fibrillen liegen, sondern in deren Verlauf eingeschaltet sind. Die ganze Nervenfaserschicht ist meistens etwa dreimal so mächtig, wie die darüber gelegene Zellenschicht; so beträgt z. B. bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. ihre Dicke 105 μ.

2. Peripherisches Ectoneuralsystem und Sinnesorgane.

a. Nerven der Verdauungsorgane. Die den Darm versorgenden Nerven entspringen nach ihrem Entdecker Hamann**) (und 212) vom Ringnerven. Derselbe entsendet Nervenzüge in das Epithel der Mund-

*) Jickeli (250) gibt ohne nähere Erläuterung an, dass „bei manchen Formen, wie *Stichaster roseus*" sich „durch den ganzen Ambulacralnerven" eine „Scheidung einer ventralen und dorsalen Masse" erkennen lässt. Was damit gemeint ist, bedarf weiterer Untersuchung.

**) O. Hamann, Zur Histologie der Asteriden. Nachrichten von der Kgl. Gesellschaft d. Wissensch. zu Göttingen, 1884, p. 386.

haut, die sich am Rande der Mundöffnung zu einem periösophagealen Nervenringe sammeln, der seinerseits wieder Nervenzüge abgiebt, die im Epithel des Oesophagus und des Magens in reichlicher Menge verlaufen. Alle diese Nerven verhalten sich in ihrem Baue und in ihrer Beziehung zum Epithel ebenso wie der Ringnerv und die Radialnerven. Ohne Hamann's Entdeckung zu erwähnen, gab dann einige Jahre später Jickeli (250) ebenfalls an, dass er im Grunde des Darmepithels eine Nervenlage gefunden habe; wenn er aber beifügt, dass er diese Lage am stärksten am After von *Psilaster (Astropecten) andromeda* (M. Tr.) gefunden habe, so ist dazu zu bemerken, dass diese Art gar keinen After besitzt, also wohl ein Irrthum in der Bezeichnung der Art mit untergelaufen sein muss. Gleichzeitig bestätigte Cuénot (93) die Hamann'schen Angaben; es gelang ihm die allmählich immer zarter werdende Nervenschicht auch noch im Epithel der radialen und interradialen Blinddärme nachzuweisen.

b. Nerven der Haut und der äusseren Körperanhänge. Die Haut ist nach Hamann*), Jickeli und Cuénot mit einem reichen Nervenplexus ausgestattet (II, 14), der seiner Herkunft nach eine Abzweigung der Radialnerven und des Ringnerven darstellt und aus denselben Elementen besteht. Seine Faserbündel verlaufen, wie Hamann und Jickeli angeben, auf den Armen vorwiegend in der Längsrichtung des Armes, dagegen unregelmässiger auf der Scheibe. Auf den Armen sind die Längszüge durch quere Stränge zu einem Netze verbunden; namentlich sind die Buchten, welche sich zwischen den verschiedenen Erhebungen der Haut befinden, und die Berührungslinien der Skeletplatten Träger des epithelialen Nervenplexus. Von ihm gehen dann des weiteren Fibrillenbündel aus, die im Epithel der Kiemenbläschen, Stacheln und Pedicellarien verlaufen. Im ganzen Bereiche des Hautnervengeflechts kommen nach Hamann zwischen den Stützzellen des Epithels zerstreut stehende Sinneszellen vor, die sich von jenen durch feineren Bau unterscheiden; ihr Kern ist kleiner und ihr Basalfortsatz von sehr hinfälliger Beschaffenheit; der Fortsatz reicht auch nicht bis zur Basalmembran, sondern verläuft in der Nervenfaserschicht. Cuénot (99) stellt dagegen diese Sinneszellen in Abrede. — Von den Radialnerven entspringen auch die Nervenzüge, welche die Füsschen versorgen und besonders von Hamann (211, 212) und Cuénot (93, 99) näher untersucht worden sind (II, 14). Sie verlaufen im Grunde des Füsschenepithels und finden sich im ganzen Umkreise des Füsschenquerschnittes als gleichmässig vertheilte, mit Ganglienzellen untermischte Fibrillenbündel (nach Hamann) oder als eine zusammenhängende Schicht (nach Cuénot), die sich zwischen die Basalfortsätze der epithelialen Stützzellen einflicht. In ihrem Verlaufe folgen die Nervenfasern der Füsschenaxe bis zum Randbezirk der

*) Der Entdecker des Nervengeflechtes der Haut ist Hamann und nicht, wie Jickeli behauptet, Romanes und Ewart (455); die betreffenden Angaben von Romanes und Ewart beziehen sich nämlich nicht auf Seesterne, sondern auf Seeigel.

Endscheibe, woselbst sie eine quere, also ringförmige Richtung einschlagen. Von diesem ziemlich kräftigen Nervenring strahlen dann wieder feine Bündel von Nervenfasern in das Epithel der ganzen Endscheibe aus. Zwischen den epithelialen Stützzellen fand Hamann namentlich auf der Füsschenspitze (bei *Astropecten*) und auf der Endscheibe (bei *Crossaster* und *Asterias*) zahlreiche Sinneszellen, während Cuénot auch hier von besonderen Sinneszellen nichts wissen will. Die Füsschen, welche dem Fühler zunächst stehen und als Tastfüsschen (s. S. 580) functioniren, zeichnen sich durch eine stärkere Entwicklung ihrer Nervenzüge (bez. Nervenschicht) aus.

c. Sinnesorgane. Ausser den schon im Vorhergehenden erwähnten Sinneszellen des ectodermalen Nervensystemes besitzen die Seesterne noch besondere Sinnesorgane in den Fühlern und Augen.

Der das Ende der Ambulacralfurche einnehmende Fühler wurde trotz seiner engen Verbindung mit dem Augenwulste noch von Häckel (204) vollständig übersehen. Seine erste nähere Beschreibung verdanken wir Wilson (575), der ihn auch schon als Tastorgan deutet, weil er beobachtete, dass der Seestern tastende Bewegungen damit ausführt. Ohne Kenntniss der Wilson'schen Angaben beschrieb dann Greeff (181) den Fühler als ein vermeintlich noch ganz ungekanntes Organ, das in Gestalt eines lang hervorstreckbaren, cylindrischen, an der Spitze abgerundeten, oberflächlich bewimperten, innen hohlen Fortsatzes das Auge überragt. Nach Hoffmann (232), der unmittelbar nachher dem Fühler seine Aufmerksamkeit schenkte, ist nur seine untere Fläche mit Wimperhaaren überzogen, die an der Spitze und an der oberen Fläche zu fehlen scheinen. Genaueres über den Bau des Fühlers haben wir erst durch Lange (276), Hamann (211, 212) und Cuénot (93) erfahren. Aus ihren Untersuchungen geht hervor, dass der Fühler im Inneren das Ende des radialen Wassergefässes umschliesst und oberflächlich von der Endausbreitung des Radialnerven gebildet wird. Was ihn von den Ambulacralfüsschen unterscheidet, ist seine unpaare Stellung, der Mangel einer Saugscheibe an seiner abgerundeten Spitze und das Fehlen einer inneren Ampulle. Da wir bei der Schilderung des Wassergefässsystemes nochmals auf ihn zurückkommen müssen (s. S. 580), so wollen wir hier nur seinen nervösen Bestandtheil in Betracht ziehen. Derselbe bildet die Aussenschicht des Organes und zeigt histologisch dieselbe Zusammensetzung wie der damit zusammenhängende Radialnerv. Wir treffen also auch hier von aussen nach innen eine bewimperte Cuticula, eine Zellenschicht und eine aus aufrechten (= Fortsätze der Zellen der Zellenschicht) und horizontalen (= Nervenfibrillen) gebildete Faserschicht. Die Zellenschicht ist wie dort aus Stützzellen und Sinneszellen zusammengesetzt, von denen die letzteren nach Hamann besonders an der Fühlerspitze sehr zahlreich sind, während sie von Cuénot hier ebenso wie in den Radialnerven durchaus geleugnet werden. Die Nervenfibrillen der Faserschicht sollen sich nach Hamann in der Nähe der Fühlerspitze theilweise aus ihrer Längsrichtung zu queren, ringförmigen Bahnen ab-

zweigen. Die Ganglienzellen der Faserschicht sind zum Theil durch ihre Grösse von denjenigen der Radialnerven unterschieden; sie erreichen einen Durchmesser von 11 μ.

Die Augen der Seesterne erscheinen dem blossen oder nur mit der Lupe bewaffneten Auge als rothe Pigmentflecken an der Unterseite der Fühlerbasis. Durch ihre lebhafte Farbe sind sie den älteren Beobachtern nicht vollständig entgangen; so bildet Vahl sie in O. F. Müller's Zoologia danica (379) von *Pteraster militaris* (O. F. Müll.) ab. Dass sie aber doch nicht weiter beachtet wurden, erklärt sich wohl daraus, dass ihr rothes Pigment an conservirten Thieren sehr bald ausbleicht und verloren geht. Erst Ehrenberg*) deutete sie auf Grund seiner an *Asterias rubens* L. angestellten Untersuchungen als Sehorgane. Bei derselben Art entdeckte einige Jahre später Volkmann (563), dass das ganze „Auge“ aus einer grösseren Anzahl von kleineren Einzelaugen zusammengesetzt ist. Derselbe Forscher versuchte auch schon in den feineren Bau der Augen einzudringen — ein Versuch, den erst geraume Zeit später Häckel (204) wieder aufnahm und weiterführte, indem er an *Astropecten aurantiacus* (L.), *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *Asterina gibbosa* (Penn.) eine eingehende Schilderung der anatomischen und histologischen Verhältnisse gab. Seinen Ergebnissen pflichtete kurz darauf Wilson (575) bei für *Crossaster papposus* (Linck), *Cribrella oculata* (Linck) und *Asterias rubens* L. Gleichzeitig wurde aber auch schon der Widerspruch laut, indem Mettenheimer**) (und 352) das Vorhandensein der von Haeckel beschriebenen Linse der Einzelaugen in Abrede stellte. Die neueren Untersucher haben Mettenheimer's Angabe durchaus bestätigt und auch in anderen Punkten die Haeckel'sche Darstellung so vielfach berichtigt und ergänzt, dass sie jetzt fast nur noch historischen Werth hat. Nachdem dann in der Zwischenzeit Jourdain (253), Greeff (181, 182) und Hoffmann (232) sich ohne besonderen Erfolg um die feinere Anatomie des Auges bemüht hatten, wandten Lange (276) und namentlich Hamann (211, 212) und Cuénot (93) die unterdessen verbesserten Methoden der modernen Untersuchungstechnik auf das histologische Studium der Augen an und benützten dazu insbesondere die Arten *Asterias rubens* L., *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *Luidia ciliaris* (Phil.). Unsere heutigen Kenntnisse der Seesternaugen lassen sich demnach in Folgendem zusammenfassen:

An der unteren (= ventralen) Seite der Fühlerbasis erhebt sich ein durch seine lebhaft rothe Farbe ausgezeichneter Wulst, der durch eine

*) C. G. Ehrenberg, Vorläufige Mittheilung einiger bisher unbekannter Structurverhältnisse bei Acalephen und Echinodermen. Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol., 1834, p. 577—580 („zur Structur der *Asterias violacea*“).

**) C. Mettenheimer, Beobachtungen über niedere Seethiere, angestellt in Norderney, Herbst 1859. 1. Ueber die Augenflecken des violetten Seesterns. Abhandlungen, herausgegeben von d. Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft. III. Bd. Frankfurt a. M. 1859—1861 (1860), p. 287—292; Taf. X, Fig. 1—9.

Verdickung des Radialnerven und des daruntergelegenen Bindegewebes zu Stande kommt und als Augenwulst oder Augenbulbus oder Augenpapille bezeichnet wird. Die benachbarten Stachelchen der Adambulacralplatten und der Terminalplatte können sich schützend über den Augenwulst lagern oder sich so stellen, dass er frei zu Tage tritt. Letzteres ist besonders dann der Fall, wenn das Thier ungestört mit aufwärts gebogenen Armspitzen einherkriecht. Der bindegewebige Bestandtheil des Augenwulstes wurde von Lange irrthümlich für ein Ganglion gehalten*). Im Ganzen hat der Augenwulst je nach den Arten eine halbkugelige oder mehr oder weniger länglich gestreckte, mitunter in der Mitte etwas eingeschnürte Form. In seine äussere, aus einer Verdickung des Radialnerven bestehende Schicht sind die rothen Einzelaugen eingelagert, während er sich im Uebrigen in der Färbung nicht von dem Radialnerven unterscheidet. Das rothe Pigment der Einzelaugen hat nicht bei allen Arten denselben Ton, sondern ist bei den einen purpurroth, bei den anderen carminroth und wieder bei anderen zinnoberroth. Die Zahl der Augen, die wir auf einem Augenwulste antreffen, schwankt je nach den Arten und dem Alter des Thieres in ziemlich weiten Grenzen. Hamann und Mettenheimer geben für *Asterias rubens* L. übereinstimmend an, dass die Zahl der Einzelaugen mit dem Alter zunimmt. Bei erwachsenen Exemplaren dieser Art zählt man wohl an 100 Einzelaugen in einem Augenwulste, während jüngere nur 40—50 besitzen. Bei *Astropecten aurantiacus* (L.) wird die Zahl der Einzelaugen in einem Augenwulste auf 100 angegeben, bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. auf 150—200, bei *Asterina gibbosa* (Penn.) auf etwa 80.

Das Einzelauge (II, 11, 12) hat die Gestalt eines mit seiner Spitze nach innen gekehrten Trichters oder Kegels, dessen Länge 0,05—0,1 mm und dessen Breite an seiner nach aussen gerichteten Basis 0,025—0,04 mm beträgt. Die Axen der Augenkegel stehen im Ganzen senkrecht zur äusseren Oberfläche des Augenwulstes. Die Kegel stehen ferner ziemlich dicht nebeneinander, sodass ihr gegenseitiger Abstand der Länge ihres ganzen oder halben Basaldurchmessers gleichkommt. Die Cuticula des Radialnerven geht nach Haeckel, Greeff, Hoffmann, Lange, Teuscher, Hamann, Vogt und Yung (562) und Watase (569) glatt und geschlossen über den ganzen Augenbulbus hinweg (II, 11), ohne dass sie sich über den Einzelaugen verdickt und vorwölbt, und behält überall ihre glashelle, durchsichtige Beschaffenheit bei. Nur Cuénot, dem sich neuerdings Lang**) anschliesst, behauptet, dass sie sich in jedes Einzelauge (II, 12) trichterförmig einsenke und so dessen innere Auskleidung bilde. Da diese beiden, sich widersprechenden Behauptungen mit aller Bestimmtheit von ihren Urhebern vertreten werden, so wird es eine Sache zukünftiger Untersuchungen sein, hier die nöthige sichere Aufklärung zu bringen. Ohne

*) Auch Jourdain spricht von einem besonderen Ganglion, das im Centrum der Augenpapille liege, und meint damit wahrscheinlich dasselbe Gebilde wie Lange.

**) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere, Jena 1894, p. 1059.

durch ein von Haeckel behauptetes kleinzelliges Pflasterepithel davon geschieden zu sein, grenzt das Einzelauge nach der Darstellung der meisten Forscher unmittelbar an die Innenseite der Cuticula. Der Trichter oder Kegel des Einzelauges besteht aus einer zelligen Wand und aus einem inneren Hohlraume. In der Mündung des Trichters (= Basis des Kegels) beschrieb Haeckel eine rundliche, glashelle, structurlose, 14—25 μ mm grosse Linse, die aber ebensowenig wie von Mettenheimer von irgend einem anderen späteren Forscher wieder gefunden worden ist. Statt dessen lässt Mettenheimer das ganze Innere des Einzelauges lediglich von einem hellen Kerne eingenommen sein, den er aus „runden, wasserklaren Zellen und aus Myelintropfen" bestehen lässt, während Jourdain, Greeff, Hoffmann, Hamann, Vogt und Yung und Watase den Inhalt des inneren Hohlraumes als eine wasserhelle, gallertige Substanz beschreiben, der Greeff den wenig passenden Namen Krystallkegel beilegt. Nach Greeff und Hoffmann soll diese Substanz aus kleinen, kernhaltigen Körperchen zusammengesetzt sein, die schichtenweise übereinanderliegen, während die neueren Beobachter von einer solchen Zusammensetzung der Innensubstanz nichts wissen. Da nach Cuénot's Schilderung das Innere des Einzelauges direckt nach aussen geöffnet ist und er einen besonderen lichtbrechenden Körper als Ausfüllung des Inneren leugnet, so muss man annehmen, dass nach seiner Meinung das Innere von aussen her mit Seewasser gefüllt wird.

Die Wand des Augenkegels ist von pigmentirten Zellen gebildet, die in ihrer Gesammtheit eine Einstülpung der epithelialen Zellschicht des Radialnerven darstellen. Schon Haeckel, Wilson und Mettenheimer haben diese Zellen gesehen; aber über ihre wirkliche Form und Anordnung sind wir erst durch Hoffmann und Lange und weiterhin durch Hamann und Cuénot genauer aufgeklärt worden. Die Zellen haben die gestreckte Gestalt der übrigen Epithelzellen des ambulacralen Nervensystemes, biegen aber mit ihren äusseren Enden so um, dass diese Enden nach der Axe des Kegels gestellt sind; nur die an der Kegelspitze befindlichen Pigmentzellen behalten ihren geraden Verlauf, der parallel zu jener Axe gerichtet ist. Jede Pigmentzelle (II, 13) umschliesst eine grosse Menge rother, stark lichtbrechender Körnchen und Tröpfchen, sowie einen basal gelegenen ovalen Kern mit Kernkörperchen. An ihrem inneren Ende setzt sich jede Pigmentzelle, wie schon Mettenheimer bemerkte, in eine feine Fibrille fort, die nach Hamann und Watase in die Nervenschicht des Radialnerven eintritt, dagegen nach Cuénot bis zur Bindegewebslage reicht. Nach Hamann und Watase sind demnach die Pigmentzellen Sinneszellen, während sie nach Cuénot in die Kategorie der epithelialen Stützzellen gehören würden. Hamann gibt übrigens an, dass zwischen den Pigmentzellen auch gewöhnliche Stützzellen vorkommen, deren Fortsätze also das von Cuénot für die sämmtlichen Wandzellen des Augenkegels behauptete Verhalten zeigen. An ihrem äusseren Ende trägt jede Pigmentzelle nach Cuénot und Lang eine

kleine, helle, cuticulare Deckplatte; die Gesammtheit dieser Plättchen stellt nach ihnen die feste Innenwand des Augenkegels dar. Für diejenigen Forscher, die im Gegensatze zu Cuénot die Cuticula geschlossen über die Einzelaugen hinweggehen lassen, ist eine solche Deutung der peripherischen Enden der Pigmentzellen natürlich nicht ohne weiteres möglich. Lange und ebenso Hamann und Watase beschreiben deshalb den kleinen, hellen Aufsatz, den auch sie auf dem äusseren Ende der Pigmentzellen wahrgenommen haben, als „Stäbchen“; Hamann gibt dazu an, dass er eine wässerige Consistenz habe. Wieder anders schildern Vogt und Yung die Sachlage. Sie sehen den hellen Aufsatz (Cuénot's Cuticularplättchen) als ein Stück des Zellleibes selbst an und behaupten, dass derselbe noch überragt sei von einer sehr feinen steifen Borste, die in die gallertige Flüssigkeit des Inneren tauche. Andere Forscher haben diese Borste bis jetzt nicht bemerken können.

Was nun die Deutung der einzelnen Bestandtheile der Augenkegel angeht, so wird man Haeckel darin beistimmen, dass die Cuticula durch ihre Durchsichtigkeit wie eine Cornea functionirt. In der hellen Substanz des Inneren wird man einen zweiten Bestandtheil (Glaskörper) des lichtdurchlässigen und lichtbrechenden Apparates erkennen müssen, während die Pigmentzellen wohl die Bedeutung von Sehzellen besitzen.

B. Das Hyponeuralsystem (tiefliegendes ambulacrales Nervensystem) (Lange'sche Nerven).

Bei seiner Untersuchung des Ectoneuralsystemes konnte Lange (276) die seither von allen späteren Forschern constatirten Ganglienzellen der Faserschicht nicht wahrnehmen und stellte deshalb die nervöse Natur dieser Schicht überhaupt in Abrede. Dafür sprach er als Nerven andere Gebilde an, die sich an der Innenseite der Bindegewebsplatte befinden, welche auf ihrer Aussenseite den Radialnerven trägt. Es verdickt sich nämlich, besonders bei *Asterias rubens* L., wie ich bestätigen konnte, das Epithel, das als Auskleidung des radialen Pseudohämalkanal (= Hyponeuralkanales) der Innenseite der erwähnten Bindegewebsplatte anliegt, rechts und links von der Medianebene des Antimers zu einem breiten, etwas gewölbten, in das Lumen des Pseudohämalkanales (III, 1) vorspringenden Zellenwulste (= Lange's Zellenplatte). Diese beiden Wülste sind es nun, die Lange als die wahren Nerven des Seesternarmes deutet. Die Zellen besitzen nach seiner Ansicht faserige, zu einer besonderen Schicht vereinigte Fortsätze, die er für Nervenfasern hält. Ich (299) habe mich vergeblich bemüht mich von der Anwesenheit einer derartigen Faserlage zu überzeugen. Was ich von faserigen Elementen an jenen Stellen auffand, erwies sich mir bei genauerer Untersuchung stets als ein Bestandtheil der Bindegewebslage. Die Zellenwülste kommen auch nicht bei allen Seesternen vor; ich vermisste sie z. B. bei *Echinaster purpureus* (Gray) und *Luidia maculata* M.Tr. Ferner fällt gegen die Lange'sche

Deutung der Zellenwülste, in denen ich nichts anderes als locale Verdickungen des Epithels des Pseudohämalkanales zu erkennen vermochte, ins Gewicht, dass sie durch die Quersepten des Pseudohämalkanales zwischen je zwei Wirbeln eine Unterbrechung erfahren. Ohne diese Gründe, die mir die Annahme der Lange'schen Auffassung unmöglich machten, gänzlich zu entkräften, haben sich Perrier (414, 418), Jickeli (250) und neuerdings auch Hamann (214) und Cuénot (99) zu der Ansicht bekannt, dass jene Zellenwülste, die auch am Nervenringe, jedoch hier nur im Bereiche der Interradien (III, 3) vorhanden sind, wirklich nervös seien. Cuénot bezeichnet sie in ihrer Gesammtheit als tiefliegendes Nervensystem („système nerveux profond"). Jickeli nennt sie nach ihrem ersten Beschreiber die Lange'schen Nerven und behauptet, dass sie aus grossen Ganglienzellen bestehen, deren Ausläufer sich zu einer Faserlage verweben, in welche ebenfalls einzelne Ganglienzellen eingebettet sind; überlagert sei der Nerv von dem zarten Plattenepithel, welches den ganzen Pseudohämalkanal auskleidet. Cuénot hatte sich anfänglich (93) ebenso wie ich und Hamann (211, 212) völlig ablehnend gegen die nervöse Natur der Lange'schen Nerven ausgesprochen. Später aber hat sich zunächst Hamann (214) und dann auch Cuénot (99) der gegentheiligen Ansicht angeschlossen. Cuénot behauptet nunmehr, dass es sich hier thatsächlich um eine dünne Schicht echter Nervenfasern und Ganglienzellen handle, die er im Einzelnen zwar ein wenig anders als Jickeli, aber im Ganzen doch mit ihm übereinstimmend beschreibt. Der rechte und linke Lange'sche Nerv eines jeden Armes sollen nach Cuénot keinerlei Verbindung mit einander haben. Ihre Ganglienzellen seien Umbildungen des mesodermalen Epithels des Pseudohämalkanales, welche Fortsätze in die darunter gelegene feine Faserlage entsenden. Auch Perrier hat solche Fortsätze der Zellen des Lange'schen Nerven beschrieben. Während aber Lange, Jickeli und Cuénot den ectodermalen und den Lange'schen Nerv durch eine dünne, bindegewebige Lamelle völlig voneinander getrennt sein lassen, behauptet Perrier nach Untersuchungen an jungen, für diesen Zweck nur sehr mangelhaft conservirten Exemplaren von *Asterias spirabilis* Bell, dass jene Bindegewebslamelle überhaupt nicht vorhanden sei und dass die Fortsätze der Zellen des Lange'schen Nerven statt an jener Lamelle zu endigen sich in Zusammenhang setzen mit den aufrechten Fasern des ectodermalen Nerven. Darin aber stimmen Jickeli, Cuénot und Perrier überein, dass der Lange'sche Nerv nicht nur aus Zellen, wie ich glaubte gefunden zu haben, sondern auch aus einer feinen, von den Zellen bedeckten Faserschicht besteht. Perrier ist sogar geneigt, diese Fasern allein für wirkliche Nervenfasern gelten zu lassen und dafür die Längsfibrillen des ectodermalen Radialnerven für Bindegewebe zu erklären. Bei diesem Stande unserer augenblicklichen Kenntniss des „Lange'schen Nerven" scheint es mir einstweilen noch nicht möglich zu einem abschliessenden Urtheile über seine eigentliche Natur zu gelangen. Noch verwickelter

und zweifelreicher wird die Sachlage, wenn man das Verhalten der „Lange'schen Nerven“ am Nervenringe und die von den Lange'schen Nerven angeblich abgehenden Nervenäste in Betracht zieht. Ich beschränke mich über die darüber vorliegenden Angaben kurz zu berichten.

Dass Zellenwülste, die den radialgelegenen Lange'schen Nerven in Bau und Lage entsprechen, auch in den interradialen Bezirken der Mundumgebung vorkommen und sich zum Ringnerven ebenso verhalten wie jene zu den radialen Ambulacralnerven, habe ich bereits erwähnt. Cuénot hat vergeblich (99) versucht den Nachweis zu erbringen, dass diese Zellenwülste auch in den radialen Bezirken der Mundumgebung vorhanden sind und sonach einen zusammenhängenden Ring darstellen. Bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. soll sogar noch ein zweites System derartiger Zellenwülste den Mund umkreisen, welches Zweige an die Muskulatur des Oesophagus entsende; indessen erweckt seine darauf bezügliche Abbildung den Zweifel, ob es sich dabei nicht etwa um eine Abzweigung vom ectodermalen Ringnerven oder gar um einen Bindegewebszug handelt. Von den Lange'schen Zellenwülsten der Mundumgebung gehen nach Cuénot Zweige ab, von denen er es für „wahrscheinlich“ hält, dass sie die interradialen Muskeln des Peristoms innerviren. Von den Lange'schen Nerven der Arme lässt derselbe Forscher Zweige entspringen (II, 14), die zunächst der Wand des Pseudohämalkanales folgen, dann nach der Axe des Armes hin aufsteigen und mit ihren Endverzweigungen „wahrscheinlich“ zu den Muskeln der Wirbel und der Füsschenampullen treten. Jickeli dagegen erwähnt seitliche Zweige, die in die Fasermasse der die Wirbel mit den Adambulacralplatten verbindenden Muskeln eintreten und auch noch über diese Muskeln hinaus in angrenzende Partien der Körperwand verfolgt werden können; er will sogar die Innervation „einzelner Muskelfasern durch Ganglienzellen“ beobachtet haben.

C. Das Entoneuralsystem (peritoneales Nervensystem) (Enterocoel-Nervensystem Cuénot's).

Erst vor wenigen Jahren machte Cuénot (95, 99) die Entdeckung, dass auch an der Innenwand des Körpers Nervenzüge vorkommen, die sich zu dem Peritonealepithel ebenso verhalten wie die Ambulacralnerven zum äusseren Körperepithel. In ihrer Anordnung folgen sie den Längsmuskeln an der Dorsalwand der Arme, treten mit diesen in den Rücken der Scheibe ein und vereinigen sich gleich diesen in der Mitte der Scheibe. In einem Querschnitte durch einen dorsalen Armmuskel (IV, 6) findet man den ebenfalls quer getroffenen Nervenzug an dessen Innenseite in der ganzen Breite des Muskels. Der Nerv besteht aus denselben feinen Fibrillen und Ganglienzellen, wie wir sie in den Ambulacralnerven kennen gelernt haben, und ist von aufrechten, stärkeren Fasern durchsetzt, die als Ausläufer der den Nerven überkleidenden Peritonealzellen sich bis auf das zwischen

den Faserbündeln des Muskels befindliche Bindegewebe verfolgen lassen. Die Peritonealzellen sind demnach hier zu Stützzellen geworden, die den epithelialen Stützzellen der Ambulacralnerven völlig entsprechen. Cuénot ist der Meinung, dass diese Nervenzüge keinerlei Verbindung mit den ectodermalen Nerven haben und zur Innervation der dorsalen Muskeln dienen, obschon er keine in die Muskulatur eindringenden Zweige erkennen konnte. Auch die seitlichen Aeste, die er in seiner schematischen Figur (II, 14) von diesen inneren Dorsalnerven abgehen lässt, sind nicht direct von ihm beobachtet. Er fasst die sämmtlichen hier betrachteten Nervenzüge als Enterocoel-Nervensystem zusammen, wofür Lang*) neuerdings die Bezeichnung apicales Nervensystem gebraucht. Während Cuénot dasselbe bei *Asterias glacialis* O. F. Müll., *A. tenuispina* Lam., *Echinaster sepositus* (Lam.) und *Astropecten aurantiacus* (L.) nachweisen konnte, dagegen bei *Asterina gibbosa* (Penn.), vielleicht nur wegen der Kleinheit des Objectes, vergebens danach suchte, liegen von anderer Seite noch keinerlei Untersuchungen darüber vor.

VI. Wassergefässsystem.

Als ein zusammenhängendes Organsystem sind die Wassergefässe der Seesterne zuerst durch Konrad (261) und, unabhängig von ihm, zur selben Zeit durch Tiedemann (544) nachgewiesen worden. Vorher waren nur einzelne Theile desselben bekannt, wie die Füsschen, die Füsschenampullen und die Madreporenplatte. Konrad nannte das Wassergefässsystem „systema vasculare ad tentacula (worunter er die Füsschen versteht) pertinens"; Tiedemann nannte es das „Gefässsystem der Füsschen, der Bläschen und der Strahlen" (mit den „Bläschen" meint er die Poli'schen Blasen und die Füsschenampullen, mit „Strahlen" die Arme). Die heute übliche Bezeichnung Wassergefässsystem wurde erst durch L. Agassiz**) („système aquifère") und von Siebold (492) eingeführt.

Der ganze Apparat ist ein in sich zusammenhängendes, mit einer wässerigen Flüssigkeit gefülltes Röhrensystem, dessen dünne Wandung Muskelfasern besitzt und an der Innenfläche von einem wimpernden Epithel ausgekleidet wird. In seinen einzelnen Abschnitten ist das ganze Organsystem der Körperwand theils an-, theils eingelagert. Das Centrum des Systemes wird anatomisch und entwicklungsgeschichtlich von einem den Mund umkreisenden Ringkanal dargestellt, welcher in die Ambulacralfurche eines jeden Armes einen Radialkanal entsendet, der an der Spitze des Armes im Innern des dort befindlichen Fühlers blindgeschlossen endigt. Von dem Ringkanal entspringt ein zur Dorsalseite des Thieres aufsteigender Kanal, der wegen seiner verkalkten Wand den Namen Steinkanal führt und durch die Poren einer siebförmigen Skeletplatte, der sog. Madreporenplatte, mit der Aussenwelt in offener Verbindung steht. Am

*) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. Jena 1894, p. 1045.
**) Comptes rendus 1847, p. 677.

Ringkanal können zwei verschiedene Sorten von Anhangsgebilden auftreten, von denen die einen als Poli'sche Blasen, die anderen als Tiedemann'sche Körperchen bezeichnet werden. Von den Radialkanälen gehen Seitenäste, die Füsschenkanäle, ab, die vor ihrem Eintritte in die Füsschen einen bläschenförmigen Anhang, die Füsschenampullen, in das Innere des Armes entsenden. Alle diese Theile des Wassergefässsystemes sollen im Folgenden in der angedeuteten Reihenfolge näher erörtert werden. Daran schliesst sich dann naturgemäss eine Schilderung der Füsschen und Fühler und endlich eine Betrachtung der Inhaltsflüssigkeit des ganzen Systemes. — Ueber Function und Entwicklung des Wassergefässsystemes im Ganzen und seiner einzelnen Theile verweise ich auf die späteren Kapitel über die Physiologie und die Ontogenie.

1. Ringkanal.

Der von Konrad (261) und Tiedemann (544) aufgefundene Ringkanal hat seine Lage an der Innenseite der Mundhaut in nächster Nähe der Skeletstücke des Peristoms (III, 2, 3). Der Radius des von ihm beschriebenen, etwas wellig verlaufenden Kreises ist um ein klein wenig grösser als der Radius des vom Ringnerven gebildeten; immerhin kann man sagen, dass er im Ganzen genau nach innen vom Ringnerven liegt. Dringt man von aussen her durch die Mundhaut hart an den Skelettheilen des Peristoms in die Tiefe ein, so gelangt man zunächst in die Hyponeuralräume des Ringnerven (= äusserer und innerer perihämaler Ringkanal) und dann erst, nachdem man eine kräftige Bindegewebslage durchtrennt hat, in das Innere des Ringkanales. Viel leichter kann man sich denselben vorführen, wenn man den Seestern vom Rücken her öffnet, Rückenwand und Eingeweide entfernt und nun die Mundhaut von ihrer Innenseite betrachtet. Der Ringkanal ist alsdann sofort als ein je nach seinem Füllungsgrade mehr oder weniger praller Wulst zu sehen, der an die Skeletumrandung des Mundes angedrückt erscheint. Seine Wand ist bei den grösseren Arten ziemlich derb, bei kleineren entsprechend zarter und besteht vorwiegend aus Bindegewebe. Muskelfasern sind in der Wand entweder nur schwach entwickelt und verlaufen dann meistens kreisförmig oder fehlen (nach Hamann 212) ganz. Das innere Epithel besteht nach Cuénot (93) aus platten, nach Hamann (212) aus cubischen Zellen, von denen eine jede ein Wimperhaar trägt. Soweit die Wand des Ringkanales der Leibeshöhle zugekehrt ist, wird sie selbstverständlich an ihrer Aussenseite vom Peritonealepithel überkleidet.

2. Radialkanäle.

Die Radialkanäle (= Ambulacralkanäle) sind schon von Kade (257) gesehen und in ihrer Beziehung zu den Füsschen und Füsschenampullen richtig verstanden worden. Seine Angabe blieb indessen unbeachtet oder unverstanden, sodass noch Cuvier (102) mit den Radialkanälen ganz

unbekannt ist. Erst durch Konrad (261) und Tiedemann (544) wurden sie aufs Neue entdeckt. Beide stellten überdies zum ersten Male den Zusammenhang der Radialkanäle mit dem Ringkanale fest. Die Abgangsstelle von dem letzteren liegt unmittelbar unter dem Körper des ersten Wirbel seines jeden Armes (III, 2). Von hier verläuft der Radialkanal, indem er der Medianlinie des Armes folgt, immer in derselben Lagebeziehung zu den übrigen Organen, denen man in der Ambulacralfurche begegnet, nämlich so, dass er dorsal an die Wirbel angrenzt, ventral aber (s. Fig. 8, S. 545) durch den radialen Hyponeuralkanal (= Perihämalkanal) von dem Radialnerven getrennt wird. Ferner schiebt sich unter jedem Wirbel der untere Quermuskel des Wirbels zwischen den Wasserkanal und den Hyponeuralkanal (III, 2), drängt die ventrale Wand des Wasserkanales nach oben und bedingt so, dass das Lumen des Wasserkanales abwechselnd weiter und enger ist, enger über jedem unteren Quermuskel, weiter zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Quermuskeln; doch ist dabei nicht ausser Acht zu lassen, dass diese abwechselnden Verengerungen und Erweiterungen des radialen Wasserkanales in hohem Maasse durch den jeweiligen Contractionszustand der unteren Quermuskeln beeinflusst werden. Nach der Armspitze hin wird der Radialkanal allmählich enger, um schliesslich in den am Ende der Ambulacralfurche befindlichen Fühler einzutreten und hier blind zu endigen. An ihrer Innenfläche tragen die Radialkanäle dasselbe Wimperepithel wie der Ringkanal; auf dieses Epithel folgt nach aussen eine Bindegewebslage, in der man keine (Hamann 212) oder nur sehr wenige (ich 299) und dann kreisförmig oder unregelmässig verlaufende Muskelfasern antrifft.

3. Steinkanal.

Der den Ringkanal mit der Madreporenplatte verbindende, stets genau in einer interradialen Hauptebene gelegene, etwas gebogene Steinkanal ist zuerst von Kade (257) gesehen worden. Er beschreibt ihn bei *Asterias rubens* L. als einen unter der Madreporenplatte befindlichen, dicken, weissen, fast knorpeligen Kanal. Auch Linck (284) erwähnt ihn unter der Bezeichnung „tuba verrucae", meint aber, er sei an beiden Enden geschlossen, und lässt ihn in seinem Inneren eine zerreibliche, kalkige Substanz beherbergen. Nachdem dann Spix (512) in völliger Verkennung seiner wahren Bedeutung ihn für das männliche Organ der Seesterne erklärt hatte, entdeckten Konrad (261) und Tiedemann (544) seine Zugehörigkeit zum Wassergefässsysteme, indem sie seine offene Verbindung mit dem Ringkanale nachwiesen. Tiedemann gab ihm den noch heute gebräuchlichen Namen Steinkanal (oder Sandkanal), schilderte ihn nach Lage und Form bei *Astropecten aurantiacus* (L.) und bemerkte in Betreff seines Baues, dass seine Wandung im Innern der Länge nach gefaltet sei. Doch irrte er darin, dass er die Kalksubstanz nicht in die Wandung, sondern in das Lumen des Kanales verlegte (ein Irrtum, der gerade bei *Astropecten aurantiacus* für die damaligen Untersuchungs-

methoden ganz verzeihlich ist) und infolgedessen den Steinkanal überhaupt für die Erzeugungsstätte der Kalksubstanz des ganzen Skeletes hielt. Schon Delle Chiaje's (83) und Ehrenberg's*) Beobachtungen berichtigten diese falsche Vorstellung Tiedemann's und zeigten, dass die Verkalkungen der Wandung des Kanales selbst angehören und keineswegs dessen Inhalt bilden. Alsdann versuchte von Siebold (491) tiefer in den Bau des Steinkanales einzudringen. Er untersuchte namentlich *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *rubens* L. und zeigte, dass bei diesen Arten die verkalkte Wand des Steinkanales (den er „den kalkigen Balken" nennt) aus einer grösseren Anzahl von übereinander gereihten Kalkringen besteht, von denen ein jeder aus zwei Stücken zusammengesetzt wird: einem grösseren, das die nach aussen gelegene (abaxiale) Seite des Steinkanales einnimmt, und einem kleineren, nach der dorsoventralen Axe des Thieres schauenden. Von der Innenseite des grösseren Kalkstückes erhebt sich eine Längsleiste, die in das Lumen des Kanales eindringt und sich sodann in zwei sich umrollende Lamellen zertheilt (III, 6). Mit von Siebold's Angaben stehen diejenigen von Sharpey (490, Vol. II) und Jourdain (254), der den Kanal als „tube hydrophore" bezeichnet, im Einklange. Nachdem dann noch Teuscher (536) eine Abbildung eines Querschnittes des Steinkanales von *Astropecten aurantiacus* (L.) veröffentlicht hatte, aus der hervorgeht, dass die in das Lumen des Kanales vorspringende Lamellenbildung bei dieser Art eine bedeutend stärkere Ausbildung erfahren hat als bei *Asterias*, untersuchte ich (299) den Bau des Kanales bei mehreren Arten und konnte dadurch feststellen, dass die Gestaltung seiner inneren Oberfläche je nach den Arten mancherlei Modificationen unterworfen ist. Während für *Asterias rubens* L. die von Siebold'sche Beschreibung ganz zutreffend ist, besitzt *Echinaster purpureus* (Gray) und, wie ich später (300) fand, auch *Brisinga coronata* Sars an Stelle der beiden sich umrollenden und von einer gemeinschaftlichen Längsleiste entspringenden Lamellen lediglich jenen Längswulst (III, 7). Bei *Asterina exigua* (Lam.) hingegen sind die Verhältnisse viel verwickelter. Die von der einen Wand des Kanales ausgehende Falte schreitet hier durch das ganze Lumen hindurch, befestigt sich an der gegenüberlegenden Wand und theilt so den Kanal in zwei nebeneinanderliegende Röhren. Diese innere Theilung des Steinkanales wiederholt sich mehrere Male und so ergibt sich schliesslich statt des einfachen Steinkanales ein Bündel von 16 nebeneinanderlaufenden Röhren. Jede dieser 16 Röhren besitzt überdies auch noch einen besonderen inneren Längswulst, sodass jede für sich ebenso gebaut ist, wie der ganze Steinkanal bei *Echinaster purpureus*. Neuerdings hat Cuénot (93) noch eine weitere Anzahl von Arten auf den Bau des Steinkanales („tube aquifère") untersucht und dadurch meine Ergebnisse bestätigt und erweitert. Bei *Echinaster sepositus* (Lam.) fand er dieselbe einfache Innenleiste, wie ich sie von *Echinaster purpureus* (Gray) be-

*) Müller's Archiv, 1834, p. 580.

schrieben habe. Bei *Cribrella oculata* (Linck), *Asterina gibbosa* (Penn.) *Palmipes membranaceus* Linck und *Crossaster papposus* (Linck) hat die Kante der Innenleiste sich schon der Länge nach in zwei Lamellen gespalten, die sich ähnlich wie bei *Asterias rubens* und *glacialis* umbiegen, aber noch nicht in dem Maasse wie dort aufrollen; der Querschnitt durch die Leiste sieht demgemäss etwa ankerförmig aus. Bei *Pentaceros turritus* Linck und *Gymnasteria carinifera* (Lam.) aber ist die Aufrollung der beiden Lamellen noch stärker als bei *Asterias*, indem sie auf dem Querschnitt (statt $1^1/_2$) 2 Umgänge beschreiben. Bei manchen *Astropecten*-Arten, z. B. *spinulosus* (Phil.), *jonstoni* (Delle Chiaje), *bispinosus* (Otto), wird die Leiste zu einer das ganze Lumen in zwei Hälften theilenden Längsscheidewand, die dann jederseits wieder selbst eine an der Kante in zwei umgebogene Lamellen zerlegte Längsleiste entwickelt (III, 8—10). Endlich gibt es Arten, z. B. *Astropecten aurantiacus* (L.), *Luidia ciliaris* (Phil.), *Culcita*- und *Ophidiaster*-Arten, bei denen sich der Längsscheidewände eine immer grössere Zahl ausbilden, die das ganze Lumen auf dem Querschnitt in unregelmässige Kammern zerlegen (III, 11).

So verschiedenartig nun aber auch der Bau des Steinkanales bei den verschiedenen Arten zu sein scheint, so gibt es doch einen Abschnitt an demselben, der bei allen Arten in gleicher Weise gebaut ist. In dem der Verbindungsstelle mit dem Ringkanal zunächst liegenden Abschnitte nämlich hört alle innere Oberflächen-Vergrösserung des Kanales auf; hier haben wir immer einen einfachen Kanalraum vor uns, in den keinerlei Erhebungen der Wandung einspringen. Der Uebergang in diesen einfachen Mündungsabschnitt des Steinkanales erfolgt ganz allmählich, indem die inneren Leisten, Lamellen und Scheidewände nach und nach um so mehr verstreichen, je mehr man sich der Mündung in den Ringkanal nähert. Bei jungen Individuen fehlt ebenfalls die innere Oberflächenvergrösserung entweder noch ganz oder sie ist doch weniger hoch entwickelt als bei den Erwachsenen. Wir werden darauf bei Betrachtung der Entwicklungsgeschichte zurückkommen.

Aeusserlich hat der Steinkanal fast immer die Form eines Schlauches, der nach der Madreporenplatte zu an Dicke allmählich zunimmt und meistens sowohl an seiner adaxialen als an seiner abaxialen eine flache Längsrinne besitzt, sodass er im Ganzen an den Lauf eines doppelläufigen Gewehres erinnert. Bei *Pharia pyramidata* Gray soll er nach Viguier (559) in seinem oberen Abschnitte trichterförmig oder kugelig aufgetrieben sein und ähnlich beschreibt ihn Cuénot (93) bei *Luidia ciliaris* (Phil.). Bei manchen Arten besitzt der Steinkanal an seinem oberen Ende, unmittelbar unter der Madreporenplatte, eine sackförmige Ausweitung, auf die Greeff (182) zuerst aufmerksam gemacht hat; er nannte sie den Ampullen-Apparat der Madreporenplatte. Ich (299) bezeichnete sie als die ampullenförmige Erweiterung oder einfach die Ampulle des Steinkanales (III, 6). Cuénot gebraucht auch die Bezeichnung Madreporentasche („poche madréporique"). Die Ampulle liegt stets an der aboralen Seite

der Insertion des Steinkanales an die Madreporenplatte und stellt z. B. bei *Astropecten aurantiacus* (L.) eine kugelige, etwa 2 mm grosse, innen glattwandige, der Kalkeinlagerungen entbehrende Aussackung der Steinkanal-Wand dar. Bei *Asterina exigua* (Lam.) konnte ich, bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. Cuénot sie ebenfalls nachweisen. *Asterias rubens* L. soll nach Greeff und Hamann (212) mehrere Ampullen besitzen; doch stellte sich durch meine Untersuchungen heraus, dass auch diese Art nur eine einzige Ampulle*) hat, die aber an ihrer Peripherie durch einige Einschnürungen in eine Anzahl secundärer Ausbuchtungen zerlegt wird. Bei vielen Arten scheinen übrigens die Ampullen ganz zu fehlen. Da sie niemals Muskeln in ihrer Wandung besitzen, so kann ich mich der Ansicht Greeff's, dass diese Gebilde morphologisch und physiologisch den Füsschen-Ampullen und den Poli'schen Blasen entsprechen, nicht anschliessen.

Während alle früheren Forscher den Steinkanal von dem ihn umgebenden schlauchförmigen Kanal, auf den wir erst später bei Betrachtung des Blutgefässsystemes und der Leibeshöhle näher eingehen werden, vollständig abgeschlossen fanden, sind Perrier (414, 418) und Vogt und Yung (562) zu einer anderen Ansicht gelangt. Vogt und Yung (562) haben auf Grund ihrer Injectionsbefunde bei *Astropecten aurantiacus* die Behauptung aufgestellt, dass seine Wandung in der Nähe seiner Mündungsstelle in den Ringkanal von zahlreichen feinen Oeffnungen durchbrochen sei, durch die eine Verbindung seines Lumens mit dem Lumen des schlauchförmigen Kanales hergestellt werde. Da sie aber ihre Injectionsbefunde nicht durch die Untersuchung von Schnittserien controllirt haben, so reichen dieselben zum Beweise ihrer Behauptung nicht aus. Ueberdies hat Cuénot (93) die Vogt und Yung'sche Ansicht auf das Bestimmteste als eine irrthümliche bezeichnet. Perrier hingegen lässt den Steinkanal nicht an seinem unteren, sondern an seinem oberen Ende, unmittelbar unter der Madreporenplatte, mit dem schlauchförmigen Kanal durch eine seitliche Oeffnung communiciren und stützt sich dabei auf Schnittserien durch junge Exemplare von *Asterias spirabilis* Bell. Doch kann ich nicht leugnen, dass seine Darstellung mich nicht vollständig überzeugt hat. Eine Nachuntersuchung an demselben Objecte scheint mir jedenfalls sehr erwünscht zu sein — auch an anderen Arten müsste die Sache bei jungen Thieren nochmals geprüft werden, bevor sie völlig spruchreif ist. Aber auch angenommen, Perrier's Angabe sei völlig zutreffend, so gilt sie doch nur für die jungen Thiere (s. das Kapitel Entwicklungsgeschichte). Bei erwachsenen konnte Cuénot (93, 99) nichts von der angeblichen Oeffnung des Steinkanales in den schlauchförmigen Kanal entdecken; um aber seine Befunde mit denjenigen Perrier's in Einklang zu bringen, nimmt er an, dass die von Perrier bei den jungen Thieren behauptete

*) Hamann und Cuénot müssen meine Angaben falsch verstanden haben, sonst könnten sie mir nicht die Behauptung zuschieben, dass mehrere Ampullen vorhanden seien. Was ich (gegen Greeff) nachgewiesen habe, ist gerade das Gegentheil.

Communicationsstelle während des späteren Wachsthums in das Innere der Madreporenplatte hineingerückt sei (s. Madreporenplatte, S. 572).

Die Wand des Steinkanales (III, 7) ist bei allen Arten stets aus denselben drei Schichten zusammengesetzt. Zu äusserst findet man einen niedrigen, peritonealen Epithel-Ueberzug. Dann folgt eine mächtige, die Kalkkörper beherbergende Bindegewebslage, die sich an allen etwa vorhandenen Leisten, Falten und Scheidewänden des Inneren betheiligt. Endlich ist die ganze innere Oberfläche von einem Epithel bekleidet, dass sich erheblich von dem übrigen Innen-Epithel des Wassergefässsystemes unterscheidet. Namentlich ist es viel höher, bei *Asterias rubens* z. B. 0,05 mm hoch, besteht aus schmalen, langgestreckten Zellen und trägt lange Wimperhaare, die an ihrer Wurzel einen Cuticularsaum des Epithels durchsetzen. Schon bei meiner Untersuchung der *Brisinga coronata* Sars machte ich (300) darauf aufmerksam, dass dieses Epithel auf der inneren Längsleiste niedriger ist als auf der übrigen Innenfläche des Steinkanales. Das Gleiche fand ich (300) bei *Echinaster purpureus* (Gray) und Hamann (212) bei *Asterias rubens* L.; Hamann fügte hinzu, dass im Bereiche des niedrigeren Epithels auch die Wimperhaare verkürzt sind. Später traf Cuénot*) dieselben Verhältnisse bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. an.

4. Madreporenplatte.

Lage und Entstehung der Madreporenplatte, die von neueren Autoren auch Madreporit oder Hydrophorenplatte („plaque hydrophore") oder Hydrophorensieb („crible hydrophore") genannt wird, haben wir schon bei Betrachtung des Skeletes kurz berührt (s. S. 540).

Den ersten Angaben über dieselbe begegnet man bei Kade (257) und Linck (284). Jener bezeichnete sie bereits bei *Asterias rubens* als „tuberculum verrucae simile". Dieser erkannte sie bereits als ein allen Seesternen im Gegensatz zu den Ophiuren zukommendes Organ, das stets auf der Rückseite excentrisch und in der Richtung eines Interradius gelagert ist und in der Gestaltung seiner Oberfläche an gewisse Corallen erinnert; er nannte sie „verruca dorsi" und beschrieb sie je nach den Arten als verruca rugosa oder rugose striata oder undose sulcata. Bei Gualtieri (201) und Bianchi (Plancus) (433) heisst sie Cerebrites oder Maeandrites. Seba (485) bildete sie auf seinen Tafeln von mehreren Arten ab, ohne sie in seinem Texte zu erwähnen. Ihre schon von Linck angedeutete, aber nicht sicher erkannte Durchbohrung wurde zuerst von Fabricius (131), der sie „verruca testacea" nennt, behauptet, freilich in der irrthümlichen Meinung, dass sie als After functionire. Alsdann beschrieb Schreber (482) zum ersten Male einen Seestern (*Acanthaster solaris*) mit einer grösseren Anzahl von Madreporenplatten, die er aller-

*) Cuénot meint, er sei der Erste, der auf diese Differenz in der Gestaltung des inneren Epithels aufmerksam mache. Wie wenig das zutrifft, geht aus dem oben Gesagten hervor.

dings nicht als solche erkannte, sondern als räthselhafte „Schwämmchen" („funguli") schildert. Auch Spix (512) verglich sie ihrem Baue nach mit einem Schwamme („tubercule spongieux"), ohne aber zu ihrer Kenntniss etwas Neues beizutragen. Ihre Zugehörigkeit zum Wassergefässsystem wurde erst durch Konrad (261) entdeckt. Doch blieb er ebenso wie Tiedemann (544) noch ganz unbekannt mit den sie durchsetzenden Porenkanälchen. Tiedemann nannte sie den plattgedrückten, rundlichen, steinartigen Körper. Weiterhin beschrieb Delle Chiaje (83) die Anordnung ihrer oberflächlichen Furchen bei mehreren mittelmeerischen Arten und nannte sie „tubercolo labirintiforme". Die heute gebräuchliche Benennung Madreporenplatte wurde von Blainville (65) eingeführt („tubercule madréporiforme"). Eine genauere Kenntniss ihres Baues wurde aber erst durch Sharpey (490, Vol. II) und L. Agassiz (11) angebahnt, die beide den Nachweis erbrachten, dass die Platte von feinen Porenkanälchen durchsetzt ist, in denen Joh. Müller (372) eine Wimperbewegung wahrnahm. Dann hat Jourdain (254) den Verlauf der Porenkanälchen in der Madreporenplatte von *Asterias rubens* näher verfolgt. Er fand im Inneren der Platte ein System von horizontalen, in ihrem Verlaufe den Furchen der Aussenseite der Platte entsprechenden Radiärkanälen, aus welchen kleinere Röhrchen senkrecht aufsteigen und im Grunde der Furchen ausmünden.

Bevor wir aber den Bau der Madreporenplatte weiter verfolgen, ist ihre Zahl und Form einer Betrachtung zu unterziehen. In der Regel ist nur eine einzige Madreporenplatte vorhanden, die je nach der Art bald dem Rande der Rückenseite, bald deren Mittelpunkt näher liegt. Doch kommt es auch nicht selten vor, dass eine Vermehrung der Madreporenplatte in der Weise auftritt, dass mehrere Interradien je eine beherbergen. Am häufigsten ist diese Erscheinung in den Familien der Asteriiden, Stichasteriden, Echinasteriden und Linckiiden, die sämmtlich zu Sladen's *Cryptozonia* gehören*). Meistens, aber durchaus nicht immer, geht sie Hand in Hand mit einer Vermehrung der Arme über die Ziffer 5, gleichviel ob die grössere Armzahl nur eine individuelle oder eine für die Art constante ist. Hingegen giebt es aber auch nicht minder zahlreiche Fälle (namentlich in den Familien der Brisingiden, Heliasteriden, Pedicellasteriden, Solasteriden und bei der Gattung *Luidia*), in denen die Zahl der Arme normalerweise mehr als 5 beträgt und doch nur eine einzige Madreporenplatte zur Ausbildung gelangt ist. Das Maximum der Vermehrung der Madreporenplatten findet sich in der vielarmigen Gattung *Acanthaster*, während wir bei der noch grösseren Armzahl der *Heliaster*- und *Labidiaster*-Arten nur einer Madreporenplatte begegnen. Im Folgenden stelle ich die bekanntesten Fälle einer Vermehrung der

*) Bei den *Phanerozonia* ist eine Vermehrung der Madreporenplatte eine ausserordentliche Seltenheit. Cuénot (99) erwähnt z. B. einen solchen Fall bei einem Exemplare von *Asterina gibbosa* (Penn.), das abnormerweise mit 7 Armen und 2 einander gegenüberliegenden Madreporenplatten ausgestattet war.

Madreporenplatte nach den Angaben von Joh. Müller (369), Müller und Troschel (374), von Martens (338), Greeff (184), Perrier (399) und Anderen sowie nach eigenen Beobachtungen zusammen, wobei ich für Madreporenplatte die Abkürzung Md anwende.

1. Aus der Familie der Asteriiden:
   Asterias calamaria Gray mit 6—12, meistens 7 Armen, hat bei 7 Armen gewöhnlich nur 1, selten 2 Md; bei einem 12armigen Exemplare sind 2 und bei einem 11armigen 4 Md beobachtet worden.
   Asterias tenuispina Lam. besitzt bei 5—9 Armen 1—3, selten 4 Md.
   Asterias capensis Perr. mit 6 (selten 5) Armen und 3 Md.
   Asterias rubens L. kann ausnahmsweise bei 5 Armen 2 Md besitzen.
2. Aus der Familie der Stichasteriden:
   Stichaster polyplax (M. Tr.) mit 7 Armen und 1—5, meist 3 Md.
   Stichaster albulus (Stimps.) mit 5—7 Armen und 1—2 Md.
3. Aus der Familie der Echinasteriden:
   Acanthaster echinites (Ellis & Solander) hat bei 13—20 Armen 5—16 Md,
   Acanthaster ellisii (Gray) bei 11—19 Armen 5—15 Md.
   Echinaster eridanella M. Tr. und *Echinaster purpureus* (Gray) haben in 5armigen Individuen nur 1, in 6- oder 7armigen aber 2 Md.
4. Aus der Familie der Linckiiden;
   Ophidiaster germani Perr. besitzt bei 5 Armen 2 Md.
   Linckia multifora (Lam.) hat häufig 2 Md bei 5armigen Individuen.
   Linckia pacifica Gray *var. diplax* (M. Tr.) und *Linckia guildingii* (Gray) haben bei 4—7 Armen in der Regel 2 Md.

In ihrer gegenseitigen Lagebeziehung scheinen die mehrfachen Madreporenplatten, soweit wir bis jetzt wissen, keine bestimmte Regel innezuhalten. Wenn z. B. 2 Md vorhanden sind, so können sie entweder (in der Mehrzahl der Fälle) in zwei benachbarten Interradien liegen (bei den Linckiiden) oder durch eine wechselnde Anzahl von madreporenfreien Interradien voneinander geschieden sein.

Mit der Vermehrung der Madreporenplatten vermehren sich auch die Steinkanäle, sodass eine jede Madreporenplatte ihren besonderen Steinkanal besitzt, der in demselben Interradius, in dem seine Madreporenplatte liegt, zum Ringkanal zieht. Eine Abweichung von dieser Regel soll in der Weise vorkommen können, dass unterhalb derselben Madreporenplatte statt eines einzigen Steinkanales sich deren zwei entwickeln. Wenigstens will Giard (159) ein derartiges abnormes Verhalten mehrmals bei *Asterias rubens* L. und zwar bei 6armigen Exemplaren dieser in der Regel 5armigen Art beobachtet haben; zur Erklärung seiner Befunde nimmt er an, dass es sich dabei eigentlich um das Auftreten zweier Madreporenplatten im selben Interradius gehandelt habe, die aber zusammengerückt und miteinander verschmolzen seien. Indessen kann nicht verschwiegen werden, dass bereits Viguier (559) Bedenken gegen die Giard'schen Angaben erhoben und eine bis jetzt nicht erbrachte nähere Darlegung des Sach-

verhaltes gefordert hat. Immerhin wäre es möglich, dass die Sache sich in Wirklichkeit so verhält. Denn es sind schon früher durch von Martens (338) und neuerdings durch Cuénot (99) einige abnorme Fälle bekannt geworden, in denen in demselben Interradius ausnahmsweise zwei Madreporenplatten lagen, von denen eine jede ihren besonderen Steinkanal hatte. Von Martens erwähnt solche Vorkommnisse von *Linckia multifora* (Lam.); Cuénot beobachtete einen derartigen Fall bei einem 22armigen Exemplare von *Heliaster multiradiata* (Gray) und einem 6armigen Exemplare von *Asterias glacialis* O. F. Müll. Man wird also zusammenfassend sagen dürfen, dass auch dann, wenn ausnahmsweise eine Vermehrung der Madreporenplatte in demselben Interradius erfolgt, jede Platte ihren eigenen Steinkanal besitzt.

Die Form der Platte, deren Grösse nach Art und Alter bedeutenden Verschiedenheiten unterliegt, ist vorwiegend eine rundliche oder längliche, seltener ist sie durch Einkerbungen des Randes sternförmig geworden. Auf ihrer gewölbten Oberfläche sind stets mehr oder weniger zahlreiche feine Furchen zu sehen, die von einem centrisch oder excentrisch gelegenen Punkte ausstrahlen und meistens einen gewundenen, welligen Verlauf haben. Oft ist die Oberfläche der Platte durch die der Platte zunächst stehenden Stacheln oder Paxillen wie von einem Schutzapparate überdeckt, sodass man einige Mühe hat, die Platte aufzufinden. Seltener, z. B. bei *Astropecten aurantiacus* (L.), sind auf der Oberfläche der Platte selbst kleine Kalkkörnchen angebracht. Eine verhältnissmässig seltene Erscheinung ist der Zerfall der Madreporenplatte in mehrere Stücke, die sich dadurch als Theile einer einzigen Platte ausweisen, dass unter ihr nur ein einziger Steinkanal vorhanden ist. Schon Joh. Müller (369) und später von Martens (338) bemerkten einen solchen Fall bei *Heliaster helianthus* (Lam.). Greeff (184) gibt das Gleiche von manchen Linckiiden an. Perrier (399) sah einmal eine dreitheilige Platte bei *Asterias calamaria* Gray und vermuthet ähnliche gelegentliche Vorkommnisse auch bei *Pharia pyramidata* Gray und *Linckia pacifica* Gray *var. diplax* (M. Tr.). Endlich fand Sladen (503) eine zusammengesetzte Madreporenplatte bei verschiedenen Archasteriden: *Lonchotaster tartareus* Slad., *Dytaster madreporifer* Slad. und *Dytaster nobilis* Slad.

Ueber den feineren Bau der Madreporenplatte habe ich (299) im Anschlusse an die oben schon mitgetheilten Befunde Jourdain's Beobachtungen angestellt, deren Ergebnisse von Hamann (212) und Cuénot (93) bestätigt wurden. Demnach ist die äussere Oberfläche der Platte von einem ziemlich hohen Wimperepithel überzogen, das eine deutliche Cuticula trägt und einen Theil des allgemeinen Körperepithels darstellt. Dieses Epithel (IV, 4) bekleidet auch die Furchen der Oberfläche und senkt sich bis zu einer gewissen Tiefe in den äusseren Abschnitt der Porenkanälchen hinein, um dann einem viel niedrigeren Zellenbelag allmählich Platz zu machen, der aus bewimperten cubischen Zellen besteht und am inneren Ende der Porenkanälchen wiederum allmählich in das hohe Epithel des

Steinkanales überleitet. Den Verlauf der Porenkanälchen habe ich namentlich bei *Asterias rubens* L. verfolgt und ganz in Uebereinstimmung mit Jourdain's Angaben gefunden. Im Grunde der äusseren Furchen (IV, 1) liegen hintereinander die circa 0,045 mm weiten Porenöffnungen. Jede Oeffnung führt in ein anfänglich vertical in die Madreporenplatte eindringendes Kanälchen. Diese Kanälchen verlaufen aber nicht geraden Weges zur inneren Oberfläche der Platte. Das von dem äussersten, d. h. dem Rande der Platte nächsten, Porus einer jeden Furche kommende Kanälchen biegt sich nämlich so, dass es einen horizontalen, nach dem Centrum der Platte gerichteten Verlauf annimmt. Es verläuft also dieses horizontale Kanälchen in derselben Richtung wie die Furche, von deren äusserstem Porus es entspringt; zugleich liegt das horizontale Kanälchen der inneren Oberfläche der Platte näher als der äusseren. Während es unter der Furche hinzieht, nimmt es die übrigen vom Grunde der Furche entspringenden verticalen Kanälchen auf, erweitert dementsprechend sein Lumen (bis auf etwa 0,075 mm) und dient so als Sammelröhrchen (IV, 2, 3) für die sämmtlichen zu derselben Furche gehörigen Porenkanälchen. Nur der geringere Theil der oberflächlichen Furchen erreicht den Mittelpunkt der Madreporenplatte: die grössere Anzahl endet in geringerem oder grösserem Abstande von demselben. Die Sammelröhrchen, die zu den nicht das Centrum erreichenden Furchen gehören, vereinigen sich mit dem Sammelröhrchen der nächst benachbarten, weiter gegen das Centrum vordringenden Furche. Die Gesammtzahl der Porenkanälchen ist keine constante, sondern schwankt je nach Alter und Art. Bei einem erwachsenen Exemplare von *Asterias rubens* zählte ich über 200 Porenöffnungen im Grunde der äusseren Furchen. Bei *Cribrella oculata* (Linck), *Echinaster sepositus* (Lam.), bei *Asterina*-, *Crossaster*- und *Palmipes*-Arten scheint ihre Anzahl nach Cuénot (93) eine viel geringere zu sein; bei anderen Arten mit grösserer und enggefurchter Madreporenplatte ist sie gewiss erheblich grösser. Bei ganz jungen Thieren ist nach den Beobachtungen von Lovén (298) an *Asterias glacialis* O. F. Müll., mir (307) an *Asterina gibbosa* (Penn.), Hamann (212) an *Asterias rubens* L. und Perrier (418) an *Asterias spirabilis* Bell wohl immer nur ein einziger Porus vorhanden. Die Vielzahl der Porenkanälchen des erwachsenen Thieres und Hand in Hand damit die oberflächliche Furchung der Madreporenplatte entsteht erst durch allmähliche Umbildung des anfänglich einfachen Verhaltens während des postembryonalen Wachsthums.

Endlich ist hinsichtlich der Porenkanälchen und ihrer Sammelröhrchen die Frage zu erörtern, ob sie alle ausnahmslos in den Steinkanal, sei es direct oder durch Vermittlung seiner Ampulle, hineinführen oder ob ein Theil von ihnen, statt in den Steinkanal zu münden, sich mit dem den Steinkanal umgebenden schlauchförmigen Kanal (auf den wir beim Blutgefässsystem und der Leibeshöhle näher eingehen werden) in Verbindung setzt? Während Sharpey, L. Agassiz, Joh. Müller, Jourdain (254), ich (299) und Hamann (212) zu dem Ergebnisse gelangten, dass

alle Oeffnungen an der Innenseite der Madreporenplatte nur allein in den Steinkanal, bez. dessen Ampulle führen, haben Hoffmann (232), Greeff (184) und Teuscher (536) durch Injectionen den Nachweis zu erbringen gesucht, dass ein Theil der Oeffnungen in den schlauchförmigen Kanal mündet. Ich (299) habe demgegenüber betont, dass Injectionsbefunde in dieser Frage überhaupt nur eine untergeordnete Beweiskraft haben und jeden Werth verlieren, wenn sie mit dem anatomischen Befunde in Widerspruch stehen. Greeff und Teuscher sind nun zwar der Meinung auch auf anatomischem Wege sich von der Richtigkeit ihrer Ansicht überzeugt zu haben; aber was sie in dieser Hinsicht vorbringen, ist so zweifelhafter Art, dass ich durch meine an *Astropecten aurantiacus* (L.), *Echinaster purpureus* (Gray), *Asterina exigua* (Lam.) und *Asterias rubens* L. angestellten Untersuchungen zu dem Schlusse kam, es müssten bei Greeff und Teuscher durch Zerreissungen der Gewebe künstliche Oeffnungen der Madreporenplatte in den schlauchförmigen Kanal entstanden sein. Später haben dann Durham (121) und Cuénot (93) die Hoffmann-Greeff-Teuscher'sche Ansicht aufs Neue vertreten. Durham fand bei einem erwachsenen Exemplare von *Cribrella oculata* (Linck), dass einzelne Porenkanälchen unmittelbar in den schlauchförmigen Kanal führen und dass dieselben Kanälchen im Innern der Madreporenplatte mit den übrigen in den Steinkanal führenden communiciren; ferner beobachtete er eine Oeffnung an der Ampulle des Steinkanales, die ebenfalls in den schlauchförmigen Kanal führt. Indessen ist er doch nicht geneigt in diesen Verhältnissen eine normale Einrichtung der erwachsenen Thiere zu sehen, sondern hält das Ganze für eine gelegentlich auftretende Abnormität. Cuénot dagegen geht weiter und sieht in dem Einmünden einer Anzahl von Porenkanälchen in den schlauchförmigen Kanal das normale Verhalten der erwachsenen Seesterne überhaupt. Er stimmt auch darin mit Durham überein, dass im Innern der Madreporenplatte eine Communication zwischen den in den Steinkanal und den in den schlauchförmigen Kanal führenden Kanälchen besteht, will aber von einer Mündung der Ampulle in den schlauchförmigen Kanal nichts wissen (vergl. S. 567).

5. Poli'sche Blasen.

Wie bei den Holothurien versteht man auch bei den Seesternen unter Poli'schen Blasen blasenförmige, frei in die Leibeshöhle ragende Anhänge des Ringkanales (III, 12). Ihr Lumen steht durch Vermittelung eines hohlen Stieles mit dem Lumen des Ringkanales in offener Verbindung; im Uebrigen ist die Wand der Blase überall geschlossen. Ihr Entdecker ist Konrad (261), der sie bei mehreren mittelmeerischen Arten nach Lage, Zahl, Form und Verbindung mit dem Ringkanal ganz gut beschrieb und einfach „vesiculae" nannte. Tiedemann (544) widmete ihnen ebenfalls eine nähere Beschreibung. Er ist der Meinung, dass alle Seesterne mit solchen „birnförmigen Bläschen" ausgestattet seien, was

sich durch die Beobachtungen späterer Forscher als unzutreffend herausgestellt hat.

Sie fehlen nach Hoffmann (232), Romanes und Ewart (455) und Cuénot (93) bei *Asterias rubens* L. und *glacialis* O. F. Müll.; ferner vermisste sie Cuénot bei *Cribrella oculata* (Linck) und *Echinaster sepositus* (Lam.) und glaubt sich deshalb zu dem Schlusse berechtigt, dass sie überhaupt in den Familien der Asteriiden und Echinasteriden nicht zur Ausbildung gelangt seien; indessen wäre dieser Schluss doch wohl noch durch eine grössere Beobachtungsreihe zu stützen. Bei *Asterina gibbosa* (Penn.), *Palmipes membranaceus* Linck, *Crossaster papposus* (Linck), *Pentaceros turritus* Linck, *Gymnasteria carinifera* (Lam.) und *Culcita coriacea* M. Tr. fand er übereinstimmend nur eine Poli'sche Blase. Bei *Luidia ciliaris* (Phil.) fehlt die Blase im Interradius der Madreporenplatte, während jeder der übrigen Interradien eine solche besitzt. Ebenso verhält sich nach meinen Beobachtungen *Plutonaster subinermis* (Phil.). Zahlreicher werden die Blasen in der Gattung *Astropecten.* Hier begegnen wir nach Cuénot's und meinen eigenen Untersuchungen bei kleinen und mittelgrossen Arten, wie *polyacanthus* M. Tr., *spinulosus* (Phil.), *jonstoni* (Delle Chiaje) (= *squamatus*), *bispinosus* (Otto) und *penthacanthus* (Delle Chiaje) im Interradius der Madreporenplatte in der Regel zwei, in jedem anderen Interradius aber nur einer Poli'schen Blase; von den beiden im Interradius der Madreporenplatte liegt die eine rechts, die andere links vom Steinkanal. Bei grossen *Astropecten*-Arten, z. B. *aurantiacus* (L.), steigt die Zahl der Blasen in allen fünf Interradien zusammen auf 13—18, mitunter sogar bis auf 22. Dieselben sind in diesen Fällen so auf die Interradien vertheilt, dass jeder Interradius ohne bestimmte Regel deren 2, 3 oder 4 (III, 12), am häufigsten 3 besitzt; ein von Meckel untersuchtes Exemplar besass sogar nach Konrads Mittheilung in einem seiner Interradien nicht weniger als 7 Poli'sche Blasen. Auch hier sind diejenigen, die dem Interradius der Madreporenplatte angehören, zu beiden Seiten des Steinkanales angebracht.

In allen beobachteten Fällen halten die Blasen an der interradialen Lagerung fest. Wo in einem Interradius, der nicht zugleich den Steinkanal beherbergt, mehr als eine Poli'sche Blase vorkommen, z. B. bei *Astropecten aurantiacus* (L.), verbinden sich, wie schon Konrad bemerkt hat, die Ausführungsgänge (Stiele) der einzelnen Blasen zu einem gemeinschaftlichen Kanale (III, 13), der in den Ringkanal mündet. Man wird also nicht fehl gehen, wenn man die Vermehrung der Poli'schen Blasen bei *A. aurantiacus* auf eine ein- oder mehrmalige Vergabelung einer ursprünglich einfachen Blasenanlage zurückführt. Ausnahmsweise soll es freilich nach Cuénot auch vorkommen, dass zwei Ausführungsgänge aus einer und derselben Blase entspringen. Im Interradius des Steinkanales münden nicht alle Blasen in denselben gemeinschaftlichen Ausführungsgang, sondern nur die an derselben Seite des Steinkanales gelegenen; es ist

also jederseits vom Steinkanal ein besonderer Ausführungsgang vorhanden.

Die Grösse der Blasen kann eine ziemlich beträchtliche sein. Tiedemann gibt sie bei *A. aurantiacus* (L.) zu 15 mm, Vogt und Yung (562) bei derselben Art zu 8 mm Länge und 5 mm Breite an. Durchweg haben sie eine längliche, birnförmige oder beutelförmige Gestalt und auch die Ausführungsgänge (Stiele) sind meistens von ansehnlicher Länge. In Folge ihrer Dünnheit ist die Wand der Bläschen stets mehr oder weniger durchscheinend. In ihrem feineren Baue (III, 5) lassen sich von innen nach aussen vier Schichten unterscheiden. Die innerste Schicht ist nach Vogt und Yung (562) ein Pflasterepithel, während sie nach Cuénot (93) aus einem bindegewebigen Fasernetz gebildet wird, in dessen Maschen Zellen liegen, die sich vermehren, mit gelbem Pigment beladen, amöboid werden und schliesslich in das Innere der Blase gelangen. Cuénot betrachtet demnach die innere Schicht als eine drüsige Lage, welche die Plasmodien producirt, die man in der Inhaltsflüssigkeit der Blase antrifft. Auf die innere Schicht folgt eine Ringmuskellage, dann eine Bindegewebsschicht und endlich das äussere bewimperte Peritonealepithel. Schon Tiedemann will ausser den Ringmuskelfasern auch Längsmuskelfasern bemerkt haben. Vogt und Yung erwähnen bei *Astropecten aurantiacus* keine Längsmuskelfasern, dagegen fand Cuénot, dass bei grösseren Arten, wie z. B. gerade bei *Astropecten aurantiacus* (L.), einzelne Bündel von Längsmuskelfasern dicht unter dem äusseren Epithel vorkommen, die er aber bei kleineren Arten ebenfalls vermisste. Auch Hoffmann (232) gibt bei *Asterias rubens* nur Ringmuskelfasern an.

6. Tiedemann'sche Körperchen.

An der der Leibeshöhle zugekehrten Wand des Ringkanales befindet sich in jedem Interradius in der Regel ein Paar (III, 12) von ungestielten (sitzenden), unregelmässig kugeligen, röthlichbraunen oder gelbbraunen, etwas schwammig aussehenden Anhangsgebilden, die zwar schon von Konrad (261) gesehen worden sind, aber dennoch und mit Recht zu Ehren Tiedemann's als Tiedemann'sche Körperchen bezeichnet werden, weil er (544) die erste nähere Beschreibung derselben gegeben und ihre Beziehung zum Ringkanal richtig erkannt hat. Soweit wir bis jetzt wissen, sind sie eine allen Seesternen ausnahmslos zukommende Einrichtung. Nur insofern bestehen Verschiedenheiten, als der Interradius der Madreporenplatte bald wie alle übrigen Interradien ein Paar dieser Organe besitzt (z. B. bei *Astropecten aurantiacus* (L.) und *Luidia ciliaris* (Phil.)), bald nur ein einziges, dann gewöhnlich rechts vom Steinkanal gelegenes Körperchen aufweist (z. B. bei *Asterias glacialis* O. F. Müll., *rubens* L., *Cribrella oculata* (Linck), *Echinaster sepositus* (Lam.), *Asterina gibbosa* (Penn.), *Crossaster papposus* (Linck)). Der Abstand der beiden zu einem Interradius gehörigen Körperchen von einander ist ebenso wie ihre stets un-

bedeutende Grösse (bei *Astropecten aurantiacus* 2—3 mm) je nach den Arten verschieden. Tiedemann lässt ganz richtig ein jedes der „braunen drüsenartigen Körperchen“ mit einer einzigen Oeffnung in den Ringkanal des Wassergefässsystemes einmünden. Dieser Auffassung schlossen sich alle späteren Forscher an. Nur Semper*) stellte eine andere Behauptung auf; nach Injectionsbefunden an einer philippinischen *Pteraster*-Art kam er zu der Meinung, dass die Tiedemann'schen Körperchen in erster Linie nicht eine Ausstülpung des Wassergefässringes, sondern des oralen Perihämalkanales seien, in welche erst secundär Aussackungen des Wassergefässringes einwuchern. Nun hat zwar kein anderer Forscher bis jetzt dieselbe Art auf diese Frage untersucht. Jedoch konnte bei anderen Arten noch in keinem Falle irgend ein Zusammenhang der Tiedemann'schen Körperchen weder mit dem oralen Perihämalringe noch mit dem oralen Blutringe nachgewiesen werden. Bei *Asterias rubens* L. z. B. führt die Oeffnung, mit welcher jedes Körperchen in den Wassergefässring mündet, in ein sich sofort verästelndes System von Röhrchen, dessen Endzweige senkrecht gegen die Oberfläche des ganzen Körperchens aufsteigen um unter derselben blind zu endigen. Sämmtliche Hohlräume des Körperchens gehören diesem System an und nirgends tritt ein Zweig des Blutgefässringes oder seines Perihämalkanales in das Körperchen ein (III, 3). Das Körperchen besteht also aus einer beträchtlichen Anzahl von kleinen, mit ihren Wandungen verschmolzenen Röhrchen, deren Ausführungsgänge nach der Basis des Körperchens convergiren und zusammenfliessen. Die Innenfläche der Röhrchen ist von einem cubischen, nach Hamann (212) bewimperten Epithel bekleidet. Nach Cuénot (93) haben die Zellen dieses Epithels (III, 4) ein stark granulirtes Plasma, einen grossen Kern mit Kernkörperchen, sind mit gelbem Pigment beladen und entsenden im Leben zahlreiche amöboide Fortsätze. Von dem Epithel lösen sich die Zellen nach und nach ab und ballen sich im Lumen der Röhrchen zu Zellhäufchen zusammen, aus denen schliesslich die Zellen entstehen, denen man in der Inhaltsflüssigkeit des ganzen Wassergefässsystemes begegnet. Nach aussen von der inneren Epithellage besteht das Parenchym der Tiedemann'schen Körperchen durchaus aus feinfaserigem Bindegewebe, das keine Muskelfasern beherbergt und an der Ansatzstelle des Körperchens in das stärker gefaserte Bindegewebe übergeht, das den Wassergefässring umhüllt. Oberflächlich sind die Körperchen von dem wimpernden Epithel der Leibeshöhle überkleidet.

7. Füsschenkanäle.

Zwischen je zwei aufeinanderfolgenden unteren Quermuskeln der Wirbel entsendet der Radialkanal in die rechte und linke Hälfte des Antimers einen rechtwinkelig von ihm abgehenden Seitenast, den Füsschenkanal. Da jedes Füsschen seinen besonderen Kanal erhält, so

*) Reisen im Archipel der Philippinen, II. 1. Holothurien. 1868, p. 118.

stimmt die Zahl beider Organe überein. Die Ursprungsstellen der Füsschenkanäle vom Radialkanal liegen stets paarweise einander gegenüber. Ihr Verlauf ist nur von unbedeutender Länge, da sie sich geraden Weges zu den Ambulacralporen des Wirbelskeletes (s. S. 524) begeben und dort in die ins Innere des Armes aufsteigende Füsschenampulle einmünden. In ihrem feineren Bau stimmen die Füsschenkanäle mit dem Radialkanal überein, besitzen aber eine wohlausgebildete Lage von Ringmuskelfasern. Am Anfange des Füsschenkanales ist in seinem Inneren ein Taschenventil (Klappenapparat) angebracht, das von Jourdain (254) entdeckt und von Lange (276), mir (299), Hamann (212) und zuletzt von Cuénot (93) näher untersucht worden ist. Dasselbe (III, 13) ist bis jetzt genauer bekannt von *Asterias rubens* L., *Astropecten aurantiacus* (L.), *Echinaster purpureus* (Gray), *Luidia maculata* M. Tr. und *Asterias spirabilis* Bell (durch Perrier 418) und noch bei keiner Art mit Bestimmtheit in Abrede gestellt worden, scheint also eine allen Seesternen gemeinsame Einrichtung zu sein. Auch der Bau des Ventiles ist überall der gleiche. Es kommt dadurch zu Stande, dass sich eine kegelförmige seitliche Ausweitung des Radialkanals mit ihrer abgestutzten Spitze in das Anfangsstück des Füsschenkanals einsenkt und dort mit einer spaltförmigen, senkrecht gestellten Oeffnung mündet. Dadurch entsteht adoral und aboral von dem Spalt eine taschenförmige Bucht, bei deren stärkerer Füllung die beiden Ränder des Spaltes einander genähert und schliesslich aneinander gepresst werden. Sonach ist der Bau des Ventiles geeignet, der Wasserflüssigkeit nur in der vom Radialkanal zum Füsschenkanal führenden Richtung ungehinderten Durchgang zu gestatten, bei entgegengesetzter Richtung aber den Weg zu versperren. Die Wand des Ventiles ist auf ihren beiden Oberflächen von demselben Epithel bekleidet wie die Innenfläche des Radialkanales und des Füsschenkanales und besteht im Uebrigen aus einer dünnen Bindegewebsschicht, die, wie Hamann (212) fand, auch Muskelfasern beherbergt, die ringförmig die Oeffnung des Ventiles umkreisen und demnach als Schliessmuskel functioniren.

8. Füsschenampullen.

Sobald ein Füsschenkanal an seinem Ambulacralporus angelangt ist, theilt er sich in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast. Dieser dringt in das Innere des Füsschens ein, jener aber tritt durch den Ambulacralporus in das Innere des Armes und schwillt hier sofort zu einem mehr oder weniger kugeligen Säckchen an, das als Füsschenampulle bezeichnet wird. Ihr Entdecker ist Réaumur (445), der sie als „boules" bezeichnete und ihre Beziehung zur Thätigkeit der Füsschen richtig erkannte. In der von Linck (284) herausgegebenen lateinischen Uebersetzung der Réaumur'schen Abhandlung begegnen wir ihnen als „pilae" (Bälle), während Linck selbst sie „utriculi" oder „receptacula" nennt. Kade (257) kennt sie von *Asterias rubens* und Fabricius (131) beschreibt

sie als „globuli“. Weiterhin stellte Konrad (261) fest, dass ihre Wandung mit Ringmuskelfasern ausgestattet ist. Tiedemann (544) schrieb den „Bläschen der Füsschen“, wie er sie nennt, nach aussen von der Ringmuskelschicht auch noch eine Lage von Längsmuskelfasern zu. Die neueren Forscher, insbesondere Hoffmann (232), Teuscher (536), Vogt und Yung (562) und Cuénot (93) konnten aber die Längsmuskellage nicht bestätigen, sondern sind übereinstimmend zu dem Ergebniss gelangt, dass nach aussen auf das innere Epithel eine kräftig entwickelte Ringmuskelschicht, dann eine Bindegewebslage und schliesslich ein äusserer peritonealer Epithel-Ueberzug folgt. Die Form der Ampullen ist übrigens nicht bei allen Arten dieselbe. Schon Konrad bemerkte, dass sie z. B. bei *Astropecten aurantiacus* zweitheilig geworden sind, und Tiedemann spricht aus demselben Grunde bei der genannten Art von „Doppelbläschen“. Neuerdings hat Cuénot (93) auch diesem Punkte seine Aufmerksamkeit geschenkt und gefunden, dass die Ampullen bei *Asterias* einfach kugelig sind. Bei *Cribrella, Echinaster* und *Luidia* sind sie in der Querrichtung des Armes in die Länge gezogen und zugleich in ihrer Mitte leicht eingeschnürt, sodass sie einen zweilappigen Umriss erhalten. Bei *Asterina, Crossaster, Palmipes, Pentaceros, Gymnasteria, Culcita* dringt jene Einschnürung tiefer in die Ampulle ein und zerlegt sie in zwei Säcke, die nur an ihrer Basis miteinander communiciren; nur an der Ampulle des ersten Füsschens unterbleibt die Einschnürung. Bei *Astropecten* endlich ist die Zerlegung der Ampulle in zwei Säcke noch deutlicher als bei den vorhin genannten Gattungen ausgeprägt und erstreckt sich hier auch auf die Ampulle des ersten Füsschens. — Ueber die Function der Ampullen s. das Kapitel Physiologie.

9. Füsschen.

Die Füsschen*) der Seesterne wurden schon im 16. Jahrhundert von Belon (60) als „promuscides“ beschrieben und richtig als Bewegungsorgane aufgefasst. Im Anfange des 18. Jahrhunderts werden sie von Lhwyd (Luidius) (320) und Rumph (458) erwähnt; aber erst Réaumur (445) erkannte ihre regelmässige Anordnung, ihre Lagebeziehung zu den Ambulacralporen des Skeletes und ihre Verbindung mit den Füsschenampullen. Da er seine Untersuchungen an einer *Asterias*-Art anstellte, so ist es vollkommen zutreffend, wenn er sie als vierreihig schildert. Die späteren Forscher des 18. Jahrhunderts Kade (257), Linck (284), Plancus (433), Fabricius (131) bestätigten die Angaben Réaumur's, nur wollte Linck, dem sich im Anfange unseres Jahrhunderts auch noch Cuvier (102) anschloss, in ihnen weniger Bewegungs- als Tastorgane sehen; überdies meint Linck, dass sie auch dazu bestimmt seien, die

*) Die französischen Forscher pflegen auch noch neuerdings die Füsschen als „ambulacres“ zu bezeichnen, während die Zoologen anderer Nationen unter Ambulacren den ganzen von den Füsschen eingenommenen Bezirk der Antimeren verstehen.

Nahrung an den Mund heranzuführen und so als eine Art von kleinen Zungen („lingulae") zu dienen. Dem gegenüber betonten Konrad (261) und Tiedemann (544) mit Recht, dass sie in erster Linie als Locomotionswerkzeug functioniren, womit ja ihr Tastvermögen keineswegs ausgeschlossen ist. Wenn aber Tiedemann, weil er bei *Astropecten aurantiacus* nur zwei Füsschenreihen antraf, die Réaumur'sche Angabe von der Vierreihigkeit der Füsschen bezweifeln zu müssen glaubte, so übersah er, dass schon Linck darauf hingewiesen hatte, dass es Arten mit vier und andere mit zwei Füsschenreihen giebt. Auch Konrad hat diese Verschiedenheit in der Füsschen-Anordnung wohl bemerkt. Bereits bei Betrachtung des Ambulacralskeletes haben wir (s. S. 524) die biseriate und quadriseriate Stellung der Füsschen kennen gelernt und werden in einem späteren Kapitel auf deren Bedeutung für die Systematik zurückkommen müssen*). Für die morphologische Betrachtung genügt es hier nochmals zu betonen, dass die Füsschen in Zahl und Stellung mit den Ambulacralporen des Skeletes übereinstimmen, durch welche sie ihre Ampulle in das Arminnere entsenden.

Ebenso wie die Zahl der Wirbel nimmt auch die Zahl der Füsschen mit dem Alter des Thieres zu; die jüngsten, zuletzt entstandenen, liegen stets der Armspitze zunächst. In der Grösse nehmen sie nach der Armspitze hin immer mehr ab. In ausgestrecktem Zustande können sie bei grösseren Arten eine Länge von mehreren Centimetern aufweisen. Werden sie contrahirt, so können sie sich so stark verkürzen, dass sie den Rand der Ambulacralfurche nicht mehr überragen und von den Adambulacralstacheln schützend überdeckt werden. In ihrer Form sind sie durchweg cylindrisch mit abgestutztem oder mit kegelförmig verjüngtem freien Ende. Letzteres ist namentlich bei den Astropectiniden der Fall. Die Füsschen der übrigen Familien endigen in der Regel mit einer deutlichen Saugscheibe, deren Querdurchmesser oft den Querdurchmesser des Füsschen übertrifft; in diesem Falle erscheint die Endscheibe mehr oder weniger scharf vom Füsschen abgesetzt. Bei dem Mangel einer Saugscheibe können sich die Füsschen der Astropectiniden nur dadurch festhalten, dass ihre kegelförmige Spitze sich vorübergehend zu einem Saugorgan umgestaltet. Wie das geschieht, ist freilich noch nicht befriedigend klargestellt. Die Angaben der Autoren schwanken darüber. Während die einen, nach Tiedemann's Vorgange, behaupten, dass die Spitze selbst eine vorübergehende grübchenförmige Einsenkung oder tellerförmige Abflachung erfahre, die dann als Saugscheibe diene, geben Romanes und Ewart (455) an, dass es eine Seitenfläche des kegelförmigen Füsschenendes sei, die sich nach Art einer Saugscheibe an die Unterlage anpresse. (Vergleiche das Kapitel Physiologie.)

*) Die Seesterne mit biseriater Füsschenanordnung nennt Sladen (503) *Eurystroteria*, die mit quadriseriaten Füsschen *Leptostroteria* (die Bezeichnungen sind abgeleitet von: εὐρύς weit, weitauseinander gerückt; λεπτός eng, engzusammengerückt; στρωτήρ Querbalken, Latte, hier mit Bezug auf die Ambulacralstücke gebraucht).

Den feineren Bau der Füsschen haben Greeff (182), Hoffmann (232), Teuscher (536), ich*) (und 299), Hamann (211, 212), Niemiec (384) und Cuénot (93, 99) untersucht. Von aussen nach innen unterscheidet man vier Hauptschichten: ein äusseres Epithel, eine Bindegewebsschicht, eine Muskelschicht und ein inneres Epithel. Das äussere Epithel ist ein Teil des allgemeinen Körperepithels (s. S. 506). Die zwischen seinen Stützzellen vorkommenden Sinneszellen, sowie die in der Tiefe des Epithels gelegenen Nerven haben wir schon bei Betrachtung des Nervensystemes (s. S. 552) kennen gelernt. Auch Drüsenzellen sind von Teuscher und Hamann zwischen den übrigen Epithelzellen beobachtet worden. Die dann folgende kräftige Bindegewebsschicht, von der Niemiec im Gegensatze zu allen anderen Forschern behauptet, dass sie ganz allmählich in die Epithelschicht übergehe, statt scharf von derselben abgesetzt zu sein, ist eine Fortsetzung der Lederhaut und besteht wie diese aus Grundsubstanz, Fasern und Zellen. Die Fasern sind häufig in zwei Lagen geordnet; eine äussere Längsfaserlage und eine innere Querfaserlage. Greeff hatte die Fasern der Bindegewebsschicht irrthümlich für Muskelfasern gehalten und demgemäss eine äussere Längs- und eine innere Ringmuskelschicht an den Füsschen beschrieben. Bei einzelnen Arten sind der Bindegewebsschicht, die sich am freien Ende der Füsschen verdickt, auch noch Kalkkörperchen eingelagert (s. S. 520). Nach innen wird die Bindegewebsschicht von einer feinen hyalinen Membran begrenzt, deren Gegenwart Niemiec und Hamann festgestellt haben; man wird sie wohl als die äusserste Grenzschicht des in das Füsschen eingetretenen Wassergefässzweiges ansehen dürfen. An sie legt sich nach innen eine wohlausgebildete Schicht von Längsmuskelfasern an, die Greeff irrthümlicherweise für elastische Fasern erklärt hatte. Nach der Füsschenspitze hin nimmt diese Muskelschicht an Dicke ab. Sind die Füsschen mit einer Saugscheibe ausgestattet, so convergiren die Muskelfasern nach deren Mittelpunkt; überdies sollen nach Cuénot (99) in der Saugscheibe auch noch besondere radiärgestellte Muskelbündel vorkommen. Das innere Epithel, dessen Wimperung schon Sharpey (490, Vol. I) beobachtet hat, stimmt in seiner Zusammensetzung mit dem inneren Epithel der übrigen Wassergefässkanäle überein. — Ueber die in der Wand der Füsschen beobachteten Blutgefässe vergl. das Kapitel Blutgefässsystem; über die Function der Füsschen vergl. das Kapitel Physiologie.

Bei Seesternen, deren Füsschen eine Saugscheibe besitzen, zeichnen sich die jüngsten, in der Nähe des Fühlers stehenden Füsschen durch den Mangel der Saugscheibe und durch stärkere Entwicklung ihrer ectodermalen Nervenschicht (s. S. 553) aus. An der Fortbewegung des Thieres betheiligen sie sich nicht, sondern führen nur tastende Bewegungen aus. Hamann (211, 212) hat sie aus diesen Gründen als Tastfüsschen unterschieden. Nach Möbius und Bütschli (366), die sie schon früher

*) Beiträge zur Anatomie der Crinoideen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXVIII, 1877.

als Tastorgane aufgefasst haben, sollen sie bei *Crossaster papposus* (Linck) auf ihrer Oberfläche „mit Wärzchen besetzt sein, auf denen kleine Spitzchen und einzelne starre Haare stehen, bis zu welchen im Inneren der Wärzchen feine Nervenfasern verlaufen“.

10. Fühler.

Ueber die Geschichte, Lage und Form der Fühler, ihre Beziehung zu den Augen und den Bau ihrer nervösen, äusseren Epithellage haben wir uns bereits im Kapitel Nervensystem unterrichtet (s. S. 553). Die übrigen Schichten ihrer Wandung sind dieselben wie an den Füsschen. Von aussen nach innen folgt auf die Nervenschicht des äusseren Epithels zunächst eine mässig entwickelte Bindegewebslage, dann eine Schicht von Längsmuskelfasern, die von der Bindegewebsschicht durch eine feine hyaline Membran getrennt ist, und endlich das innere, wimpernde Epithel des radialen Wassergefässkanales. Wilson (575) wollte nach aussen von der Längsmuskelschicht auch noch eine Ringmuskellage beobachtet haben, die aber thatsächlich nicht vorhanden ist.

11. Inhaltsflüssigkeit des Wassergefässsystemes.

Der Inhalt des ganzen Wassergefässsystemes wird von einer wasserklaren Flüssigkeit gebildet, die nach Cuénot (93) aus Seewasser besteht, dem eine geringe Menge eiweissartiger Stoffe beigemengt ist. In ihr schwimmen zahlreiche Zellen, denen derselbe Forscher den Namen „Amöbocyten“ beigelegt hat, weil sie in Form und Bewegung an Amöben erinnern. Die Zellen haben eine Grösse von 5—6 μ, besitzen einen im Leben schwer zu sehenden Kern und bewegen sich lebhaft mit Hülfe sehr langer Pseudopodien, die meistens in beträchtlicher Zahl zur Ausbildung gelangen, einfach oder verästelt sind und bald völlig voneinander gesondert bleiben, bald durch Anastomosen sich miteinander in mannigfacher Weise in Verbindung setzen. Das Plasma der Pseudopodien ist stets von hyaliner Beschaffenheit, während das Plasma des Zellleibes ein granulirtes Aussehen hat und kleine, stark glänzende, gleichmässig vertheilte Pigmentkörnchen beherbergt. In der Regel sind die Pigmentkörnchen lebhaft gelb, selten (z. B. bei *Cribrella oculata*) violett, oder (z. B. bei *Astropecten spinulosus*) schwärzlich. Im Alter verlieren die Zellen nach und nach ihr ganzes Pigment, während sie in der Jugend reichlich damit ausgestattet sind. Ausser dem Pigment kommen in den Zellen auch oft ein oder mehrere Vacuolen vor, die mit einer sehr blass violetten Flüssigkeit erfüllt sind. Nur selten trifft man die eben beschriebenen Zellen isolirt an. Meistens sind sie in geringerer oder grösserer Anzahl zu Plasmodien vereinigt, die bis zu 1,5 mm gross sein können. Früher hatte Hoffmann (232) auch noch runde, kernhaltige oder kernlose, der Pseudopodien entbehrende, zellige Elemente in der Wassergefässflüssigkeit der Seesterne beschrieben, die aber nach Cuénot theils abnorme Gebilde (Zelltrümmer, abgerissene Zellen etc.), theils ganz

frühe (noch pseudopodienlose) Jugendzustände der Amöbocyten darstellen. Darin aber stimmen beide Forscher überein, dass die Inhaltsflüssigkeit des Wassergefässsystemes überhaupt mit derjenigen der Leibeshöhle und der Blutbahnen vollkommen gleichartig ist.

VII. Verdauungsorgane.

Die Verdauungsorgane, um deren macroscopische Erforschung sich namentlich Konrad (261), Tiedemann (544), Müller und Troschel (375) und Cuénot (93) verdient gemacht haben und deren feinerer Bau besonders durch Hamann (212) und Cuénot (93) untersucht worden ist, beginnen mit dem in der Mitte der Mundhaut, am unteren Ende der Hauptaxe, gelegenen Munde. Von ihm führt eine kurze, senkrechte Speiseröhre in den geräumigen, centralen Magen, der sowohl grössere radial als kleinere interradial gerichtete Blinddärme abgibt und dorsalwärts entweder (bei der Familie der Astropectiniden) blind geschlossen endigt oder (bei den übrigen Familien) durch einen kurzen Enddarm mit einem neben dem oberen Ende der Hauptaxe befindlichen After in Verbindung steht. Durch mesenteriale Aufhängebänder ist der ganze Verdauungsapparat an die Wand der Leibeshöhle befestigt.

1. Der Mund und die Mundhaut.

Das von den Skeletstücken des Peristoms (s. S. 527) umstellte Feld ist vom Ringnerven bis zu der im Mittelpunkte des Feldes gelegenen kreisrunden Mundöffnung von einer in der Ruhelage horizontal gespannten Membran eingenommen, die als Mundhaut bezeichnet wird. Sie mit Cuénot als horizontalen Theil der Speiseröhre aufzufassen, scheint mir keine Veranlassung zu sein. Von aussen nach innen besteht die Mundhaut aus denselben Schichten wie die Körperwand, nur sind diese Schichten zum Theil erheblich dünner und es fehlen insbesondere die Skeletstücke der Bindegewebsschicht, die der Körperwand ihre Dicke und Festigkeit verleihen. Wir treffen also unter dem äusseren Epithel und seiner feinen Basalmembran als Fortsetzung der Lederhaut eine Bindegewebslage, dann eine Ringmuskellage, weiter eine Längsmuskellage und endlich das wimpernde Epithel der Leibeshöhle. Das äussere Epithel stimmt in seinem Baue mit dem übrigen äusseren Epithel der Körperwand überein, ist bewimpert und verdickt sich (nach Hamann) in der nächsten Nähe des Mundes zu einem diesen umkreisenden Ringwulst. Zwischen den Basalfortsätzen seiner Zellen liegen die uns bereits bekannt gewordenen Nervenzüge, die sich in jenem Wulste zu einem Ringe ordnen (s. S. 551). In der Bindegewebslage hebt Hamann den Reichthum an Wanderzellen hervor. Die Fasern der Ringmuskelschicht bilden in ihrer Gesammtheit einen kräftigen Schliessmuskel des Mundes. Die schwächer entwickelten, radiär zur Mundöffnung gerichteten Längsmuskelfasern waren Hoffmann (232) entgangen und sind erst durch Teuscher (536) und Hamann aufgefunden worden.

2. Die Speiseröhre.

Der Mund führt in eine kurze, je nach dem Contractionszustande weite oder enge, senkrecht aufsteigende, auch einfach als Schlund bezeichnete Schlund- oder Speiseröhre, die nach Cuénot's Beobachtungen bei den Gattungen *Echinaster* und *Cribrella* (vielleicht auch bei *Culcita, Pentaceros* und *Gymnasteria*) ringsum mit zehn taschenförmigen Ausbuchtungen besetzt ist, die er Schlundtaschen („poches oesophagiennes") nennt. Diese sonst fehlenden Taschen sind so vertheilt, dass fünf davon in radialer und fünf andere, damit abwechselnde in interradialer Richtung stehen. Bei *Echinaster* haben sie eine Länge von 4—5 mm und sind ebenso wie die Schlundröhre selbst von rothbrauner Farbe; ihre Wandung ist in zahlreiche Falten gelegt. Die Innenfläche der Speiseröhre ist im Uebrigen ziemlich glatt. Ihre Wandung setzt sich von innen nach aussen aus einem inneren, einer hyalinen Basalmembran aufsitzenden, hohen Wimperepithel, einer Bindegewebsschicht, einer Ringmuskellage, einer Längsmuskellage und dem wimpernden Epithel der Leibeshöhle zusammen. Alle diese Schichten sind unmittelbare Fortsetzungen der entsprechenden Schichten der Mundhaut. Zwischen den Zellen des inneren Epithels kommen nach Hamann und Cuénot dieselben becherförmigen einzelligen Schleimdrüsen wie in dem Körperepithel vor; besonders häufig begegnet man ihnen nach dem zuletzt genannten Forscher in den Schlundtaschen von *Echinaster*. Ebenderselbe behauptet, dass auch diese Drüsenzellen auf ihrem freien Ende je zwei bis drei Wimperhaare tragen, dagegen der cuticularen Deckplatte*) der übrigen Epithelzellen entbehren. Der Kern der becherförmigen Drüsenzellen befindet sich im Anfangstheile des verjüngten, schliesslich fadenförmigen Fortsatzes derselben, der wie im Körperepithel bis zur Basalmembran der Epithellage reicht. Nach Cuénot besitzt das innere Epithel des Schlundrohres auch noch eine andere Sorte von Drüsenzellen, die er als granulirte Zellen bezeichnet. Sie haben eine gestreckte, schlauchförmige Gestalt und reichen von der auch sie überlagernden Cuticula bis zur Basalmembran des Epithels; erst in der Nähe ihrer Basis verjüngen sie sich fadenförmig. In ihrem schlauchförmigen Hauptabschnitte, dem am freien Ende ein oder zwei Wimperhaare aufsitzen, führen sie einen länglichen, mit Kernkörperchen ausgestatteten Kern. Ihr Plasma ist netzförmig angeordnet und umschliesst in den Maschen seines Netzes kleine, glänzende Körperchen, die im Leben meistens blassgelb, seltener leicht purpurn oder bräunlich gefärbt sind. Die Körnchen entstehen nach Cuénot ursprünglich in den Strängen des Plasma's selbst und gelangen erst später in die Maschen desselben. Im Ganzen erinnern diese Körnerzellen an die von demselben Forscher entdeckten „maulbeerförmigen Zellen" des Körper-

*) Nach Hamann (212) und Frenzel (153) besteht die seither als Cuticula gedeutete Lage des ganzen Darmepithels eigentlich aus einem den Wimpern angehörigen „Stäbchensaum". Vergl. auch: Frenzel, Zum feineren Bau des Wimperapparates. Arch. f. micr. Anat. Bd. 28, 1886, p. 53.

epithels (s. S. 507), sind aber doch nicht ganz identisch damit, da ihre Körnchen sich gegen Reagentien anders verhalten als die Körnchen jener. Cuénot ist der Ansicht, dass die Körnerzellen die eigentlichen Verdauungsdrüsen der Seesterne darstellen. Wie die Körnchen aus den Zellen entleert werden, vermochte er indessen nicht festzustellen. — Ueber die in der Tiefe des Schlundröhrenepithels befindlichen Nervenzüge vergl. S. 551.

3. Der Magen.

An die Speiseröhre schliesst sich der geräumige, sackförmige, dünnwandige Magen, der fast das ganze Innere der Scheibe einnimmt (V, 1). Seine Innenfläche zeigt stets, wie schon Tiedemann bei *Astropecten aurantiacus* (L.) beschrieben hat, zahlreiche gröbere und feinere Faltenbildungen der Schleimhaut. Bei allen mit einem After versehenen Arten wird er nach Müller und Troschel durch eine bei den afterlosen fehlende Kreisfalte in einen unteren und oberen Abschnitt zerlegt. Seine Wand wird von innen nach aussen gebildet von einem inneren Epithel, einer Bindegewebsschicht, einer Muskelschicht und dem wimpernden Peritonealepithel. Das hohe wimpernde Innenepithel, dessen Wimperung schon Sharpey (490, Vol. I) bemerkte, besteht aus langen, cylindrischen bis fadenförmigen Zellen, die je eine Wimper besitzen, ihre ovalen Kerne in verschiedener Höhe tragen und bis zur hyalinen Basalmembran des Epithels reichen. Es geht ohne scharfe Grenze in das Innenepithel des Schlundrohres über, unterscheidet sich aber von diesem durch grösseren Reichthum an Drüsenzellen. Von solchen finden sich nach Cuénot erstens in spärlicher Vertheilung dieselben Becherdrüsen wie sie im Schlunde vorkommen, zweitens und in grösserer Menge die dort weniger häufigen Körnerzellen, deren Inhaltskörnchen hier nach Cuénot bei *Echinaster* und *Cribrella* durch ihre Grösse auffallen, sodass die Zellen erst recht den „maulbeerförmigen Zellen“ des Körperepithels ähnlich sehen. Wesentlich anders als Cuénot schilderte vor ihm Hamann die von ihm überhaupt zuerst aufgefundenen, noch von Teuscher vergeblich gesuchten Drüsenzellen des Magenepithels. Während er (bei *Asterias rubens* L.) der Becherdrüsen hier gar keine Erwähnung thut, beschreibt er die später von Cuénot als Körnchenzellen bezeichneten als schlauchförmige Zellen, die mit einem feinkörnigen Plasma gefüllt sind und durch eine Anschwellung ihres basalen, den auffallend grossen Kern umschliessenden Bezirkes etwa die Form einer langhalsigen Flasche haben; einen Basalfortsatz gibt er an denselben nicht an. Die Drüsenzellen des Magens hat endlich neuerdings auch Frenzel (153), freilich ohne Kenntniss der Cuénot'schen Arbeit, untersucht. Soweit sich aus seiner Darstellung schliessen lässt, sind die „farblosen Wanderzellen“, die er im Magenepithel von *Asterias rubens* und *Astropecten bispinosus* beschreibt, identisch mit Cuénot's Körnerzellen. Sie sind nach ihm mit „farblosen Kugeln“ gefüllt, die später zusammenfliessen und schliesslich nur noch

einen einzigen grossen Secrettropfen darstellen. Mir will es so vorkommen, als vermenge Frenzel hier die Becherzellen mit den Körnerzellen, wenigstens weiss ich seine Abbildung kaum anders mit den Angaben Cuénot's zu vereinbaren als durch die Annahme, dass die Zellen, die Frenzel als eine durch Zusammenfluss der Kügelchen entstandene Endform in der Entwicklung seiner „Wanderzellen“ ansieht, identisch sind mit Cuénot's becherförmigen Schleimzellen. Nach seiner Darstellung müsste man also annehmen, dass Cuénot's Körnerzellen sich schliesslich zu becherförmigen Zellen verwandeln, beide von Cuénot unterschiedene Sorten von Drüsenzellen des Magenepithels demnach nur verschiedene Zustände derselben Drüsenart vorstellen. Ausserdem bemerkte Frenzel bei *Asterias rubens* eine zweite Art seiner „Wanderzellen“, die sich von den anderen durch grössere Feinheit ihrer Inhaltskügelchen unterscheiden; wahrscheinlich sind damit jüngere Zustände der Cuénot'schen Körnerzellen gemeint. Indessen werden doch wohl erst erneuerte Untersuchungen die nöthige sichere Aufklärung über das Verhältniss der Frenzel'schen Angaben zu denjenigen Cuénot's erbringen können. — Ueber die Nervenschicht in der Tiefe des Magenepithels s. S. 551. — In der dünnen Muskelschicht der Magenwand sollen nach Hoffmann (232) bei *Asterias rubens* die Muskelfasern ohne bestimmte Regel sich in verschiedenen Richtungen kreuzen. Hamann dagegen bemerkte bei derselben Art, dass sie sich entsprechend den Verhältnissen in der Schlundwandung zu einer inneren Ringmuskellage und einer äusseren Längsmuskellage anordnen.

4. Die radialen Blinddärme.

Der Magen entsendet bei allen Seesternen*) in jeden Arm ein Paar von Blinddärmen (V, 1), die sich symmetrisch zur Medianebene des Antimers anordnen und an dessen Rückenwand befestigt sind (s. S. 588). Sie entstehen als Ausstülpungen der Magenwand und sind im fertigen Zustande selbst wieder mit zahlreichen, secundären und tertiären Aussackungen besetzt. Nach dem Vorgange von Müller und Troschel werden sie als Radialblinddärme bezeichnet. Kade (257) hat sie zuerst bei *Asterias rubens* L. beschrieben und abgebildet, blieb aber über ihre Beziehung zum Magen noch im Unklaren. Erst Cuvier (101) erkannte ihre wahre Natur als Blinddärme und ihr regelmässiges Auftreten in ebensoviel Paaren als Antimeren vorhanden sind. Spix (512) deutete sie als Lebern. Konrad schloss sich ebenso wie später von Siebold (492) dieser Ansicht an und beschrieb die Organe („appendices ventriculi“) insbesondere von *Asterias glacialis* O. F. Müll. Tiedemann dagegen lehnte die Spix'sche Deutung sehr entschieden ab. Bei *Astropecten aurantiacus* (L.), auf den

*) Wie Cuénot (99) zu der Angabe kommt, dass *Hymenodiscus* der radialen Blinddärme entbehre, ist mir unerklärlich, da Perrier, der einzige Forscher, der diese Form untersucht, sie bei seinem *Hymenodiscus agassizii* beschreibt und abbildet (vergl. Perrier [410], p. 193, Taf. I, Fig. 3).

sich seine ausführliche Schilderung bezieht, reichen die Blinddärme etwa bis zum Beginne des letzten Drittels oder Viertels der Arme. Jeder Blinddarm besteht aus einer röhrenförmigen Längsaxe, die mit weiter Oeffnung in den Magen mündet und jederseits alternirende Seitenäste in querer Richtung abgibt, die selbst wieder mit zahlreichen, rundlichen Ausbuchtungen besetzt sind. Zahl und Grösse der Queräste nehmen mit dem Alter des Seesternes zu, sodass z. B. bei grossen Exemplaren der genannten Art an jedem Blinddarm 2 × 40, bei kleineren aber nur 2 × 28 Queräste gezählt wurden. Das Anfangsstück der röhrenförmigen Längsaxe bleibt aber immer, bei alten wie bei jungen Thieren, eine kurze Strecke weit ganz frei von Seitenästen. An der Unterseite sackt sich die Längsröhre eines jeden Blinddarmes in ihrem proximalen Abschnitte zu einem beutelförmigen Anhange aus, der erst von Tiedemann bemerkt wurde; ich möchte ihm deshalb den Namen Tiedemann'sche Tasche beilegen. Müller und Troschel haben dieser Tasche keine weitere Beachtung geschenkt, wohl aber in anderer Richtung unsere Kenntniss der radialen Blinddärme bereichert. Sie fanden, dass bei den mit einem After ausgestatteten Arten die Blinddärme stets von dem oberhalb der Kreisfalte gelegenen Abschnitte des Magens entspringen, und wiesen darauf hin, dass die beiden Längsröhren eines jeden Paares zwar meistens (z. B. bei *Astropecten, Luidia, Archaster, Culcita*) gesondert (IV, 8) aus dem Magen austreten, in anderen Fällen aber (z. B. bei *Asterias*) mit einem kurzen, gemeinschaftlichen, genau radial gelegenen Stücke (V, 1) entspringen, das sich dann in die beiden Längsröhren gabelt. Auffallend kurz, sodass sie nur bis an die Basis der Arme reichen, sind die gesondert entspringenden Blinddärme bei Studer's (526) Gattung *Cheiraster* und bei seinem *Luidiaster hirsutus*. Weitere Beiträge zur macroscopischen Morphologie der Radialblinddärme hat in neuerer Zeit Cuénot geliefert. Bei *Astropecten bispinosus* (Otto), *spinulosus* (Phil.) und *jonstoni* (Delle Chiaje) reichen sie nach seinen Befunden nur bis zum zweiten Drittel der Arme. Auch bei *Palmipes membranaceus* Linck zeichnen sie sich durch ihre verhältnissmässige Kürze aus. Die Tiedemann'schen Blinddarmtaschen, die Cuénot als „réservoirs du coecum radial" bezeichnet, fand er besonders gut entwickelt in den Familien der Echinasteriden und Asteriniden, wo sie sich über die Hälfte bis drei Viertel der Länge der Blinddärme ausdehnen und zahlreiche, in gleichen Abständen stehende, schiefe Einfaltungen ihrer Wandung besitzen.

Im Baue ihrer dünnen Wandung schliessen sich die Blinddärme im Allgemeinen dem Magen an, von dem sie ja durch Ausstülpung ihre Entstehung genommen haben. Wir treffen also auch hier von innen nach aussen ein wimperndes Innenepithel, eine Bindegewebsschicht, eine Muskelschicht und einen wimpernden, peritonealen Epithelüberzug. Die Bindegewebsschicht zeichnet sich durch ihre Dünnheit aus. Die Muskelschicht soll nach Cuénot völlig in Wegfall gekommen sein, während Hamann sie aus einer inneren Ringfaserlage und einer äusseren Längs-

faserlage zusammengesetzt sein lässt. Das innere Epithel ist ein hohes, aus langgestreckten Zellen gebildetes Wimperepithel, dessen Wimperung durch Sharpey (490, Vol. I) entdeckt wurde. In seiner Tiefe verlaufen die uns schon bekannten Nervenzüge (s. S. 551). Nach Cuénot beherbergt es dieselben beiden Arten von Drüsenzellen: becherförmige Schleimzellen und Körnerzellen, wie das Innenepithel des Magens; letztere sind aber in solcher Menge vorhanden, dass sie, abgesehen von den Becherzellen, das ganze Epithel zusammensetzen. Nach Hamann sind aber, im Gegensatze zu Cuénot's Beschreibung, die Becherzellen nicht mit einem Basalfortsatz ausgestattet, sondern glatt abgerundet; da er sie kleiner in der Tiefe des Epithels, grösser an der Oberfläche desselben antraf, so schliesst er daraus, dass sie allmählich unter Grössenzunahme aus der Tiefe in die Höhe rücken. Nur an den schon oberflächlich gelagerten konnte er eine feine Oeffnung erkennen. Ihr noch in der Zelle befindliches Secret beschreibt er als eine stark lichtbrechende Flüssigkeit, ihr fein granulirtes, den grossen Kern umhüllendes Plasma als netzförmig. Er erwähnt nur diese eine Sorte von Drüsenzellen, scheint also die später von Cuénot unterschiedenen Körnerzellen für indifferente Epithelzellen zu halten. Nach Frenzel (153) sind die Zellen des inneren Epithels sogar sammt und sonders von gleicher Beschaffenheit; er scheint demnach die Becherzellen überhaupt nicht wahrgenommen zu haben. Bei *Astropecten bispinosus* ist der Inhalt der Zellen gelblich oder braungrün oder braun und mit Fetttröpfchen untermischt; bei *Astropecten aurantiacus* fand er sie mit kleinen braunen Kugeln und mit farblosen Fetttröpfchen oder nur mit den letzteren erfüllt. Bei *Asterias rubens* sollen die Zellen weniger fettreich sein und bald mehr bräunlich, bald mehr grünlich gefärbte Inhaltskugeln besitzen. Durch die gefärbten Einschlüsse der Zellen wird es bedingt, dass die Blinddärme am frisch untersuchten Seestern gewöhnlich eine gelbliche, bräunliche oder grünliche Farbe aufweisen, die sich vorzugsweise an den Nebenbuchten der Queräste ausprägt.

Sämmtliche Forscher stimmen darin überein, dass man im Inneren der Blinddärme niemals aufgenommene Nahrungstheile antrifft, nur in den Tiedemann'schen Taschen haben Vogt und Yung (562) zuweilen feste Nahrung vorgefunden. Tiedemann schildert den Inhalt der Blinddärme bei *Astropecten aurantiacus* als eine grauweisse Flüssigkeit, während er den Inhalt der Taschen als eine gelbliche Flüssigkeit bezeichnet. Im Kapitel Physiologie wird Gelegenheit sein näher auf den Inhalt der Blinddärme zurückzukommen.

5. Die interradialen Blinddärme.

An der Dorsalseite des Magens liegt eine zweite Serie von Blinddärmen (V, 1), die stets in ihrer Grösse hinter den Radialblinddärmen zurückbleiben und mitunter (so bei der Gattung *Luidia*) auch ganz fehlen können. Sie wurden von Konrad bei verschiedenen Arten entdeckt und von *Asterias glacialis* O. F. Müll. abgebildet; er nennt sie „appendiculae

ad fundum ventriculi positae". Tiedemann beschrieb sie von *Astropecten aurantiacus* (L.) als zwei gewundene Anhänge des Magens. Auch Delle Chiaje (83) und Sharpey (490, Vol. II) haben diese Organe nicht unbemerkt gelassen, aber erst Müller und Troschel theilten Näheres über ihre macroscopischen Verhältnisse mit. Sie bezeichneten sie wegen ihrer Anordnung als interradiale Blinddärme oder, bei den einen After besitzenden Arten, auch als Mastdarmblinddärme, da sie bei diesen eigentlich nicht direct vom Magen, sondern von dem kurzen Enddarm entspringen. Sie bestätigten die Angabe Tiedemann's, dass bei *Astropecten aurantiacus* nur zwei vorhanden sind, und machten auf ihr Fehlen bei *Luidia* aufmerksam. Bei *Asterias, Crossaster* und *Hippasteria plana* (Linck) fanden sie die Interradialblinddärme als zwei verästelte Stämme entwickelt. Aehnlich fand ich (300) sie bei *Brisinga coronata* Sars, bei welcher Art G. O. Sars (464) irrthümlich ihre offene Verbindung mit dem Darmsystem geleugnet hatte. Bei *Archaster typicus* M. & Tr. und *Culcita coriacea* M. & Tr. sind deren fünf vorhanden, die sich an ihrem distalen Ende gabeln und mit ihren Gabelästen das interbrachiale Septum zwischen sich nehmen. Bei *Culcita coriacea* (IV, 8) erlangen sie überhaupt, soweit wir bis jetzt wissen, ihre stärkste Ausbildung; sie erreichen hier eine beträchtliche Länge und ihre Gabeläste haben durch eine Menge von seitlichen rundlichen Aussackungen eine traubenförmige Gestalt angenommen. Neuerdings hat nur Cuénot weitere Angaben über das Vorkommen der Interradialblinddärme gemacht. Er nennt sie Magenblinddärme („coecums stomacaux"), da er die Müller und Troschel'sche Bezeichnung deshalb ablehnen zu müssen glaubt, weil sie keineswegs immer genau in interradialer Richtung liegen. Sie entstehen als Ausstülpungen der Magenwand und erhalten bei ihrer weiteren Entwicklung allmählich innere Schleimhautfalten. Wie schon Müller und Troschel angegeben haben, fehlen sie bei *Luidia*. Bei *Astropecten aurantiacus* (L.), *spinulosus* (Phil.), *jonstoni* (Delle Chiaje) fand er deren stets zwei mehr oder weniger gleichgrosse, sackförmige; bei *Astropecten polycanthus* M. & Tr. sind ebenfalls zwei vorhanden, die aber langgestreckt sind; bei *Astropecten bispinosus* (Otto) (var. *platyacanthus*) ist jeder der beiden Blinddärme mit einigen secundären und tertiären Nebenästen ausgestattet. Bei *Pentaceros turritus* Linck und *Gymnasteria carinifera* (Lam.) fand Cuénot dieselben fünf gegabelten Blinddärme, wie sie Müller und Troschel bei *Culcita coriacea* beschrieben haben. Bei *Asterina gibbosa* (Penn.) und *Palmipes membranaceus* Linck sind auch fünf Stück vorhanden. die bei jener Art die Form kurzer Buchten, bei dieser die Gestalt von schmalen Schläuchen haben. Bei *Echinaster sepositus* (Lam.) und *Cribrella oculata* (Linck) sind sie von unregelmässiger Gestalt, stellen aber im Ganzen fünf sich in der Richtung der Interradien vergabelnde Säcke dar (IV, 9). *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *rubens* L. besitzen noch unregelmässiger geformte, die zahlreichen individuellen Verschiedenheiten unterworfen sind; in der Regel stellen sie zwei Bündel (IV, 7; V, 1)

wenig verästelter Schläuche dar, die eigentlich an dem kurzen Enddarm hängen und erst durch dessen Vermittlung mit dem Magen in Verbindung stehen. Wie die Wand des Magens besteht auch die Wand der Interradialblinddärme von innen nach aussen aus einem hohen, wimpernden Epithel, einer Bindegewebsschicht, einer Muskelschicht und einem wimpernden, peritonealen Epithelüberzug. Die Muskelschicht ist nach Cuénot nur aus Ringfasern gebildet. Nach demselben Forscher ermangelt das innere Epithel völlig der becherförmigen Schleimdrüsen, besitzt aber ungemein zahlreiche „Körnerzellen", die hier in noch ausschliesslicherer Weise als in den radialen Blinddärmen das ganze Epithel zusammensetzen. In der Tiefe des Epithels kommen wie im übrigen Innenepithel des Verdauungstractus Nervenzüge vor (s. S. 551). Wie in den radialen so findet man auch in den interradialen Blinddärmen niemals Nahrungstheile. Tiedemann bezeichnet ihren Inhalt bei *Astropecten aurantiacus* als eine weissliche Flüssigkeit. Müller und Troschel beschreiben den Inhalt bei *Asterias rubens* als eine bräunliche, Hoffmann als eine gelbe Flüssigkeit, die runde Kügelchen und bläschenartige Zellen („runde körnige Zellen") enthält. Nach Cuénot rühren die Körnchen der Inhaltsflüssigkeit aus den Körnerzellen des Epithels her und sind oft zu grossen, fettig aussehenden Tropfen verschmolzen.

6. Der Enddarm und der After.

Der Enddarm fehlt bei den afterlosen Astropectiniden. Bei allen anderen, mit einem After ausgestatteten Arten stellt er eine ganz kurze Röhre dar, die geraden Weges von der dorsalen Mitte des Magens zum After führt. Seine Wand ist ähnlich gebaut wie die der anderen Theile des Verdauungsapparates. Das wimpernde Innenepithel setzt sich am After ebenso wie die übrigen Wandschichten in die entsprechenden Lagen der Körperwand fort.

Die Kleinheit des nur bei den Astropectiniden fehlenden Afters, sowie der Umstand, dass er meistens zwischen den Skeletstücken der Haut versteckt und schwer zu finden ist, macht es erklärlich, dass er sich so lange der Beobachtung entziehen konnte. Freilich hatte ihn schon im vorigen Jahrhundert Baster (26) bei *Asterias rubens* gesehen und richtig beschrieben. Da er aber von Konrad übersehen und von Tiedemann, der seinen Mangel bei *Astropecten aurantiacus* zuerst richtig erkannte, aber irrthümlich verallgemeinerte, bei allen Seesternen rundweg in Abrede gestellt wurde, so herrschte Jahrzehnte hindurch die z. B. auch bei Lamarck (275) und Blainville (65) vertretene Ansicht, dass die Seesterne überhaupt keinen After besitzen. Ja selbst, nachdem Müller und Troschel ihn wieder entdeckt und in allgemeiner Verbreitung bei allen Seesternen mit Ausnahme der Astropectiniden nachgewiesen hatten, konnte Hoffmann es noch im Jahre 1872 fertig bringen, ihn bei *Asterias rubens* zu leugnen und G. O. Sars (464) ihn nicht minder irrthümlich für einen mit dem Darmsystem gar nicht zusammenhängenden Excretions-

porus erklären. Hoffmann's Behauptung wurde zuerst durch Perrier (399) und diejenige von G. O. Sars durch mich (300) berichtigt. Müller und Troschel waren auch die ersten, die auf die seitdem von allen Forschern bestätigte constante Lagebeziehung des Afters hinwiesen. Niemals liegt derselbe genau im Mittelpunkte der Scheibe, sondern stets mehr oder weniger excentrisch in der Richtung einer interradialen Hauptebene. Zur Madreporenplatte verhält er sich dabei immer so, dass sein Interradius von demjenigen der Madreporenplatte nur durch ein Antimer getrennt ist. Orientirt man den Seestern so, dass er in natürlicher Haltung mit dem Interradius des Afters nach vorn gerichtet ist (s. Holzschnitt Fig. 6, S. 537), so liegt die Madreporenplatte im linken vorderen Interradius.

Schliesslich ist für das ganze Verdauungssystem noch zu bemerken, dass in der Bindegewebsschicht seiner sämmtlichen Abschnitte winzige Kalkkörperchen vorkommen können, die bis jetzt aber nur bei *Culcita*-Arten und *Ophidiaster chinensis* Perr. durch Cuénot nachgewiesen sind, wo sie die Form von einfachen oder vergabelten Stäbchen oder Gitterplättchen darbieten.

7. Die Befestigungsbänder der Verdauungsorgane.

Sowohl der Magen als auch die radialen und interradialen Blinddärme sind durch zahlreiche, faden-, strang- oder plattenförmige Aufhängebänder an die Wand der Leibeshöhle befestigt. Alle diese Mesenterien, die zum Theil schon Kade (257) bekannt waren und durch Cuvier (101), Konrad (261) und Tiedemann (544) näher beschrieben worden sind, tragen oberflächlich ein wimperndes Peritonealepithel. Sie werden vorzugsweise aus Bindegewebe gebildet, das reich an Wanderzellen ist und einerseits in die Bindegewebsschicht der Verdauungsorgane, anderseits in das Bindegewebe der Körperwand übergeht. Zwischen Epithel und Bindegewebe scheint Hamann (212) in allen Mesenterien eine Lage von Muskelfasern gefunden zu haben, während Hoffmann (232) Muskelfasern nur in den gleich zu erwähnenden fünf Paaren der ventralen Magenmesenterien antraf. Nach Cuénot (93) kommen bei *Culcita*-Arten und *Ophidiaster chinensis* Perr. im Bindegewebe der Mesenterien dieselben Kalkkörperchen vor wie in der Wand der Verdauungsorgane. Hinsichtlich ihrer Anordnung kann man die mesenterialen Befestigungen in drei Gruppen bringen: 1. die ventralen Mesenterien des Magens; 2. die dorsalen Mesenterien des Magens; 3. die Mesenterien der radialen Blinddärme.

Die ventralen Magenmesenterien sind paarig angeordnet, sodass in der Richtung eines jeden Antimers ein Paar derselben von der Unterseite des Magens entspringt und rechts und links von der radialen Hauptebene in den Arm eindringt um hier nach kürzerem oder längerem Verlaufe sich an die Körper der Ambulacralstücke zu befestigen. Gewöhnlich haben diese Bänder die Gestalt eines ziemlich kräftigen Stranges, der mit mehreren Wurzeln an der Magenoberfläche seinen Ursprung nimmt

und oft auch an seinem distalen Ende sich wieder in mehrere feinere Stränge auflöst. Die regelmässige Anordnung dieser Bänder mag mit daran Schuld gewesen sein, dass Spix (512) den schon von Tiedemann zurückgewiesenen Irrthum beging darin die damals noch unbekannten Nerven der Seesterne zu sehen.

Die dorsale Wand des Magens ist durch eine Menge feinerer und gröberer kurzer Mesenterialstränge an die Körperwand aufgehängt. Nach Tiedemann kann man bei *Astropecten aurantiacus* 10 Hauptzüge derartiger Stränge oder Fäden unterscheiden, von denen je zwei in der Richtung je eines Armes liegen. Doch scheint im Allgemeinen keine bestimmte Regelmässigkeit in ihrer Anordnung festgehalten zu werden. Eine besonders kräftige Platte bemerkt man bei den *Astropecten*-Arten zwischen den beiden interradialen Blinddärmen. Auch gehen manchmal ähnliche Befestigungsstränge von der seitlichen Magenoberfläche zu den interbrachialen Septen.

Die Mesenterien der radialen Blinddärme werden an jedem Blinddarme durch zwei parallele Bänder dargestellt, die an der Dorsalseite desselben seiner Längsaxe folgen und ihn an die Rückenwand des Armes befestigen. Diese beiden dorsalen Aufhängebänder eines jeden Blinddarmes sind demnach durch einen kanalartigen Zwischenraum voneinander getrennt, den man als Sinus der Blinddärme oder als Intermesenterialraum derselben bezeichnet hat. Proximal steht jeder derartige Sinus mit der Leibeshöhle in offener Verbindung, während er distal durch Verschmelzung der beiden ihn begrenzenden Mesenterialbänder blindgeschlossen endigt.

VIII. Athmungsorgane.

Die unverkalkten, zwischen den Skeletstücken des ambitalen Skeletes (s. S. 521) befindlichen Bezirke der Körperwand können sich unter gleichzeitiger bedeutender Abnahme ihres Dickendurchmessers nach aussen vorstülpen und erscheinen dann als dünnwandige, bläschenförmige, blindgeschlossene Erhebungen der Körperoberfläche. Sie sind contractionsfähig und können deshalb in voller Ausdehnung nur beim lebenden oder eigens dafür conservirten Thiere gesehen werden. Belästigt man die lebenden Thiere, so ziehen sie sofort die bläschenförmigen Hautausstülpungen ein. An den in gewöhnlicher Weise conservirten Spiritus-Exemplaren unserer Sammlungen sind die Bläschen nur ausnahmsweise ausgestreckt geblieben. An den trockenen Stücken bemerkt man in der Regel an ihrer Stelle kleine Oeffnungen in der Körperwand, die sog. Poren.

Der Entdecker unserer Organe ist Réaumur (445), der sie bei *Asterias rubens* L. als contractile Anhänge beschrieb und sich davon überzeugt zu haben glaubte, dass sie mit Hülfe einer endständigen Oeffnung abwechselnd Wasser aufnehmen und ausspritzen. Cuvier (101, 102) deutete sie als Athmungsorgane, nannte sie Tracheen und schloss sich Réaumur's Meinung an, dass sie eine terminale Oeffnung besitzen. Derselben Ansicht

Dr. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abtheilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Bearbeitet von

Dr. H. Ludwig,

Professor in Bonn.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

20. u. 21. Lieferung.

Leipzig.

C. F. Winter'sche Verlagshandlung.

1896.

waren Konrad (261) und Tiedemann (544), die auch im Uebrigen Cuvier's Beschreibung und Deutung bestätigten. Tiedemann bezeichnete sie bei *Astropecten aurantiacus* (L.) als „kegelförmige Röhrchen der Rückenwand". Erst Ehrenberg*) (126) bestritt mit vollem Rechte auf Grund seiner an *Asterias rubens* angestellten Untersuchungen das Vorhandensein der bis dahin angenommenen äusseren Oeffnung. Sharpey hielt zwar anfänglich (490, Vol. I) noch an der hergebrachten Meinung fest, berichtigte dieselbe aber später selbst (490, Vol. II). Es kann deshalb nur auf einer Flüchtigkeit beruhen, wenn von Siebold (492) sich auf Ehrenberg und Sharpey beruft um die gerade von diesen beseitigte alte Meinung vom Offensein der „tracheenartigen Röhrchen" wieder vorzubringen.

Was den Namen der Organe anbetrifft, so werden sie von den späteren Autoren bald als „Tentakeln des Rückens" oder „respiratorische Tentakeln" (Müller und Troschel 375) oder „respiratorische blinde Röhrchen" (Joh. Müller 372), bald als „respiratorische Blindsäcke" („coecums respiratoires" Jourdain 254), bald als „Hautbläschen" oder „Hautkiemen" oder „Kiemenbläschen" (Greeff 181, Hoffmann 232, Teuscher 536, ich 299 und Hamann 212) oder als „Hautröhrchen" (Vogt und Yung 562) bezeichnet. Warum aber Hamann sie nebenbei auch „Ambulacralkiemen" nennt, ist gar nicht einzusehen, da sie mit dem Wassergefässsystem auch nicht die mindeste morphologische Beziehung haben. Aus demselben Grunde sind die von Studer (527) gebrauchten Benennungen „Füsschenpapillen" und „Kiemenfüsschen" durchaus unzulässig. Cuénot (93) nennt sie „Lymphkiemen" („branchies lymphatiques"). Zuletzt hat Sladen (503) die einst von Stimpson (517) gebrauchte Benennung Papulä wieder aufgenommen und zugleich für ein von den Papulä besetztes Feld den Ausdruck Papularium in Vorschlag gebracht. Beide Bezeichnungen scheinen mir neben den deutschen: Kiemenbläschen und Kiemenfeld allgemeine Annahme zu verdienen.

Die Papulä entstehen verhältnissmässig spät, sodass sie bei ganz jungen Thieren noch völlig vermisst werden. Bei erwachsenen Thieren scheinen sie aber, soweit das durch zuverlässige Beobachtungen beglaubigt ist, nur bei der Gattung *Brisinga* (nach G. O. Sars, mir und Perrier) zu fehlen; aber schon die anderen Gattungen der Brisingiden sind damit ausgerüstet. In der Regel treten sie in grosser Menge und weiter Verbreitung auf. Doch beschränken sie sich bei den mit deutlichen Randplatten ausgestatteten Arten auf die von den oberen Randplatten umgrenzte Rückenwand des Thieres, während sie beim Mangel deutlicher Randplatten auch auf den lateralen und ventralen Bezirken des Körpers auftreten können. Joh. Müller (372) hat auf diese Beziehung der Papulä zur Ausbildung der Randplatten zuerst aufmerksam gemacht und Sladen (503) hat auf denselben Gesichtspunkt hin seine *Phanerozonia* (= *Paxillosa*

*) Müller's Archiv 1834, p. 578.

+ *Valvata* Perrier's) auch als *Stenopneusia* *), dagegen seine *Cryptozonia* (= *Forcipulata* + *Spinulosa* + *Velata* Perrier's) auch als *Adetopneusia* **) bezeichnet. Bei den *Stenopneusia* nehmen sie aber nicht immer das ganze Rückenfeld ein. Oft fehlen sie (z. B. bei *Astropecten*) auf dem centralen Bezirke des Scheibenrückens und auf einem der dorsalen Medianlinie des Antimers folgenden Längsstreifen. Bei den Pararchasteriden trifft man sie sogar nur in einem verhältnissmässig kleinen Bezirke, dem sog. Papularium oder Kiemenfeld, an der Basis der Arme. Des Weiteren sind die Papulä entweder so angeordnet, dass in je einem Zwischenraume zwischen den anti- oder auch interambulacralen Skeletstücken nur je eine einzige Papula zur Ausbildung kommt (z. B. bei *Astropecten, Chaetaster, Scytaster*) (IV, 12) oder es entwickeln sich deren in je einem Zwischenraume eine grössere bis sehr grosse Zahl (z. B. bei *Ophidiaster, Echinaster, Culcita, Pentaceros*) (IV, 11); im letzteren Falle werden die so entstehenden kleinen Kiemenfelder in den systematischen Beschreibungen auch als Porenfelder bezeichnet; wir werden darauf im Kapitel Systematik zurückkommen.

Die Form der Papulä kann eine einfache oder eine complicirtere sein. Bei einfacher Gestaltung hat das einzelne Kiemenbläschen ein kegelförmiges oder fingerförmiges Aussehen, während es in anderen Fällen sich an seinem peripherischen Ende in einige oder viele secundäre Ausstülpungen theilt, die ihm (z. B. bei *Luidia*) eine büschelförmige Gestalt geben. Betrachtet man solche büschelförmige Papulä von der Innenseite der Körperwand sowie an Schnitten, so überzeugt man sich bald, dass es sich um eine erst in ihrem äusseren Abschnitte zerlappte, aber an ihrem inneren Ende einfach gebliebene Hautausstülpung handelt. Ob auch noch andere Formen der Papulä, etwa baum- oder fiederförmig verästelte, vorkommen, bedarf noch der Nachforschung. Die Grösse der Papulä ist durchweg unbedeutend; bei *Asterias rubens* z. B. erheben sie sich zu einer Länge von etwa 2—3 mm. Im ausgestreckten Zustande können sie über eine kürzere Bestachelung des Rückens emporragen, z. B. bei *Asterina gibbosa* (Penn.). Sind Paxillen vorhanden, so überragen sie dieselben in der Regel nicht und werden im zurückgezogenen Zustande von den Randstachelchen der Paxillenkronen schützend überdeckt.

In ihrem feineren Baue wiederholen die Papulä den Bau der Körperwand, von der sie ja nur verdünnte Ausstülpungen darstellen. Oberflächlich sind sie demnach von dem Körperepithel (s. S. 506) überzogen, dessen Bewimperung bereits Ehrenberg wahrnahm. Dann folgt eine Bindegewebslage, die eine Fortsetzung der Lederhaut ist, sich aber durch ihre verhältnissmässige Dünnheit und den Mangel der Verkalkung auszeichnet. An der Basis des Kiemenbläschens weicht die Bindegewebsschicht in zwei Schichten, eine äussere und eine innere, auseinander,

*) στενός eng, eingeschränkt; πνεῦσις das Athmen.

**) ἄδετος nicht gebunden, uneingeschränkt; πνεῦσις das Athmen.

indem sich ein Spaltraum (IV, 10) in sie eindrängt, der nach meinen (299) und Hamann's (212) Untersuchungen zu dem Hohlraumsysteme gehört, das sich überhaupt in der Tiefe der Körperwand befindet (s. S. 508). Cuénot (93) aber ist der Meinung, dass jener Spaltraum an der Basis der Kiemenbläschen eine besondere, in sich vollständig abgeschlossene Ringlacune darstelle, die keinen Zusammenhang mit anderen Hohlräumen habe. Nach innen von der Bindegewebsschicht folgt eine Lage von Längsmuskelfasern, die Hoffmann (232) zuerst bemerkt hat; nach Hamann ist sie eine Fortsetzung der Quermuskelschicht der Körperwand. Noch weiter nach innen, dem inneren Epithel unmittelbar aufliegend, fand Hamann auch noch eine von den früheren Beobachtern übersehene Lage von Ringmuskelfasern, die in Zusammenhang mit der Längsmuskelschicht der Körperwand steht. Endlich treffen wir auf das Innenepithel, das eine Fortsetzung des Peritonealepithels ist; seine Bewimperung und die dadurch erregte Strömung der in das Innere des Kiemenbläschens ein- und ausfliessenden Leibeshöhlenflüssigkeit ist zuerst von Ehrenberg beobachtet und seitdem von Sharpey, Jourdain und allen späteren Forschern bestätigt worden.

IX. Geschlechtsorgane.

1. Zur Geschichte der Geschlechtsorgane.

Der Erste, der die Geschlechtsorgane eines Seesternes (bei *Asterias rubens* L.) beschrieben hat, war Kade (257), der aber freilich ihre Natur als solche noch nicht erkannte. Erst Baster (28) deutete sie (bei derselben Art) als Eierstöcke. Auch Cuvier (101, 102, 103) bezeichnete sie als Ovarien und meinte, dass sie entweder zugleich oder mit der Eierzeugung abwechselnd auch Samen hervorbrächten, die Seesterne also Zwitter seien. Spix (512) beharrte bei der Ansicht von der Zwitterigkeit der Seesterne, glaubte indessen in dem Steinkanal und dem ihm benachbarten sogenannten „Herzen“ (s. Blutgefässsystem) das männliche Organ und dessen Ausführungsgang gefunden zu haben. Schon Konrad (261) wies die Spix'sche Vermuthung des männlichen Organes als unbegründet zurück; aber auch ihm gelang es ebensowenig wie Tiedemann (544), über die Spix'sche Ansicht hinauszukommen, dass die Genitalschläuche ausschliesslich Eierstöcke seien. Er beschrieb sie ganz zutreffend nach Lage und Form bei *Asterias glacialis* O. F. Müll., *rubens* L., *Palmipes membranaceus* Linck, *Astropecten aurantiacus* (L.) u. A. und nahm zum ersten Male ihre Oeffnungen wahr, von denen er richtig bemerkt, dass sie bei *Astropecten aurantiacus* im Gegensatze zu den anderen eben genannten Arten nicht einfach, sondern vielfach seien. Hinsichtlich der Genitalöffnungen blieb Tiedemann sogar hinter Konrad zurück, indem er (bei *Astropecten aurantiacus* L.) besondere Ausfuhrwege der Ovarien leugnete und die Ansicht vertrat, dass die Eier durch Platzen der Genitalschläuche in die Leibeshöhle und von dort durch eine in jedem Inter-

radius am Peristom befindliche (in Wirklichkeit gar nicht vorhandene) Oeffnung nach aussen gelangen*). Im Gegensatze zu Cuvier erklärte er aber die Seesterne nicht für Zwitter, sondern für ausschliesslich weibliche Thiere, deren Eier sich durch Parthenogenese entwickelten. Erst bei Blainville (65) bricht sich die Erkenntniss von der Getrenntgeschlechtlichkeit unserer Thiere Bahn, zunächst allerdings nur als unbewiesene Meinung, die sich lediglich darauf stützte, dass Fabricius (131) etwas einer Begattung Aehnliches beobachtet habe. Noch zehn Jahre dauerte es, bis endlich Rathke (444) durch den Nachweis der Samenzellen den Beweis erbrachte, dass Blainville's Ansicht das Richtige getroffen habe, dass also die Genitalschläuche nicht, wie man bisher geglaubt hatte, stets Eierstöcke sind, sondern in den einen Individuen als solche, in den anderen aber als Hoden functioniren. Noch einige Jahre vorher hatte Sharpey (490, Vol. II) vergeblich nach den männlichen Geschlechtsdrüsen gesucht und sich nicht einmal von den bereits von Konrad entdeckten und seitdem durch Volkmann (563) bestätigten Genitalöffnungen überzeugen können. Kölliker (259) ergänzte die Rathke'sche Entdeckung der Hoden durch die erste Abbildung einer Samenzelle eines Seesternes.

In ein neues Stadium traten unsere Kenntnisse der Geschlechtsorgane durch die Beobachtungen von Müller und Troschel (375), die uns bei einer Reihe von Gattungen mit der Form und Anordnung derselben bekannt machten. Da sie die Konrad'schen und Volkmann'schen Angaben übersehen hatten, konnten sie zu der Meinung kommen, dass sie selbst die Entdecker der Genitalöffnungen seien. Ferner irrten sie darin, dass sie den Satz aufstellten, es gebe Seesterne mit und solche ohne Geschlechtsöffnungen. Sicher erkannten sie die Oeffnungen übrigens nur bei *Crossaster papposus* (Linck) und *Asterias rubens* L.; ob auch alle anderen mit einem After versehenen Arten damit ausgestattet seien, behandelten sie als eine offene Frage und behaupteten für die afterlosen Arten, wenigstens für die Gattungen *Astropecten* und *Luidia*, mit aller Bestimmtheit das völlige Fehlen derselben. Nach ihrer Meinung gelangen beim Mangel der Geschlechtsöffnungen die Eier und Samenzellen durch Platzen der Genitalschläuche in die Leibeshöhle und aus dieser durch Vermittelung der Papulae, die sie irrthümlicherweise für geöffnet halten, nach aussen.

Nachdem wir dann noch durch M. Sars (470) mit den Geschlechtsorganen und ihren Ausfuhrwegen bei seinem *Pteraster pulvillus* bekannt geworden waren, bestätigte Greeff (184) die Müller und Troschel'schen

*) Eine am Peristom, jedoch nur im Interradius des Steinkanales befindliche Genitalöffnung hat seltsamerweise Jourdain (255) noch im Jahre 1882 bei *Asterias rubens* behauptet. Diese angebliche Oeffnung führt nach ihm in den „schlauchförmigen Kanal", der nach seiner durchaus unrichtigen Ansicht als Ausfuhrweg der Geschlechtsproducte dient; wir werden darauf in den das Blutgefässsystem und die Leibeshöhle behandelnden Kapiteln zurückkommen.

Mittheilungen über die Genitalöffnungen bei *Crossaster papposus* (Linck) und *Asterias rubens* L., während Hoffmann (232) sie bei der letztgenannten Art mit Unrecht in Abrede stellte. Dann lehrte G. O. Sars (464) uns die Geschlechtsorgane und ihre äusseren Mündungen bei seiner *Brisinga coronata* kennen, und ich selbst (299, 301) kam durch meine Beobachtungen an *Asterias rubens* L., *Astropecten aurantiacus* (L.), *Echinaster purpureus* (Gray), *Asterina exigua* (Lam.), *Asterina gibbosa* (Penn.), *Stellaster equestris* (Retz.) und anderen Arten zu dem allgemeinen Schlusse, dass überhaupt alle Seesterne ausnahmslos im Besitze von bestimmten Genitalporen sind, die direct in die Geschlechtsschläuche hineinführen, dass es also im Gegensatze zu der Müller und Troschel'schen Ansicht gar keine Seesterne gibt, bei denen „die Geschlechtsorgane in die Leibeshöhle dehisciren und Eier durch irgend welche Oeffnungen der Körperhöhle ausgeführt werden". Dem gegenüber behauptet aber Studer (522, 526), dass wenigstens bei seinem *Labidiaster radiosus* der Austritt der Geschlechtsproducte nicht durch besondere Ausfuhrwege, sondern durch Zerreissen der Genitalschläuche stattfinde: auf solche Weise sollen sie zunächst in die Leibeshöhle der Arme und von dieser erst dadurch in die Aussenwelt gelangen, dass die Arme von der Scheibe abbrechen und dabei an ihrer Bruchstelle die Eier und Samenzellen austreten lassen. Solange aber dieser Modus der Ei- und Samenablage nicht durch directe Beobachtungen dargethan ist, scheint es mir ausser Zweifel, dass eine genauere Untersuchung auch bei *Labidiaster radiosus* die von Studer vermissten Genitalporen nachweisen wird. So haben denn auch Hamann (212) und Cuénot (93), von denen der letztere eine grosse Anzahl von Arten in den Bereich seiner Untersuchungen gezogen hat, sich meiner Behauptung, dass bei allen Seesternen die Genitalorgane nach aussen durch besondere Genitalporen münden, angeschlossen. Cuénot hat auch manches Neue über die Form und die Anordnung der Organe mitgetheilt, während ihr feinerer Bau schon vorher, nach einigen unzulänglichen Angaben von Greff (184) und Hoffmann (232), durch mich (299, 301) und Hamann (212) aufgeklärt worden war.

2. Getrenntgeschlechtliche und zwitterige Seesterne.

Während man sich bis dahin zu der Ansicht berechtigt glaubte, dass alle Seesterne ohne Ausnahme getrennten Geschlechtes seien, stellte Cuénot (93) vor mehreren Jahren die von anderen noch nicht näher geprüfte Behauptung auf, dass die *Asterina gibbosa* (Penn.) ein protandrischer Zwitter sei, und vermuthete, dass sich vielleicht auch noch andere Arten, z. B. *Asterina exigua* (Lam.), *Palmipes membranaceus* Linck und *Crossaster papposus* (Linck) als solche herausstellen würden. Bei kleinen Individuen der *Asterina gibbosa* fand er (bei Roscoff) in den Monaten Mai bis Juli das Innere der Genitalschläuche dicht erfüllt von reifen Samenzellen, während gleichzeitig vereinzelte junge Eizellen an der Wand derselben Genitalschläuche ihre Entwicklung begonnen hatten. Bei

mittelgrossen Exemplaren waren die Eizellen bereits zahlreicher und grösser, entbehrten aber noch des Deutoplasmas; das Lumen der Genitalröhren strotzte noch wie bei den kleinen Thieren von reifen Samenzellen. Alle grossen Exemplare aber, die Cuénot zur selben Zeit untersuchte, erwiesen sich sämmtlich als Weibchen, da ihre Genitalschläuche nur noch Eizellen enthielten, die zum grössten Theile durch Einlagerung von gelbem Deutoplasma ihre volle Ausbildung erfahren hatten. Bei der jetzt eintretenden Ei- und Samenablage functioniren dementsprechend die kleinen und mittelgrossen Thiere als Männchen, die grossen dagegen als Weibchen. Nach der bei Roscoff im Juni stattfindenden Ei- und Samenablage fahren die grossen Thiere fort, lediglich Eier hervorzubringen, während die mittelgrossen nunmehr die Erzeugung von Samenzellen einstellen und dafür ihre bis dahin unentwickelten Eizellen zur Reife bringen; die kleinen Individuen aber liefern noch weiter reife Samenzellen, lassen dagegen ihre Eianlagen auch jetzt noch nicht ausreifen. Die Thiere sind demnach Zwitter, bei denen zuerst, lange vor Vollendung des Körperwachsthums, die männliche Geschlechtsreife erreicht wird, um dann allmählich, mit Erlangung der vollen Körpergrösse, durch die später eintretende weibliche Geschlechtsreife abgelöst zu werden. Eine Selbstbefruchtung ist natürlich unter diesen Verhältnissen ausgeschlossen. Bei Banyuls fand Cuénot ganz dieselben Erscheinungen; hier hatten die jungen, als Männchen functionirenden Exemplare einen Armradius von 12 mm, die grossen, als Weibchen functionirenden einen Armradius von 16—26 mm. — Nach demselben Forscher soll ausser dieser bei *Asterina gibbosa* regelmässig vorliegenden Zwitterigkeit gelegentlich auch bei zweifellos getrenntgeschlechtlichen Arten eine Bildung von Samen- und Eizellen in denselben Genitalschläuchen vorkommen können. Wenigstens deutet er so die ein einziges Mal von ihm gemachte Beobachtung, dass eine *Asterias glacialis* O. F. Müll. ausser reifen Eiern auch sich bewegende Samenzellen in ihren Genitalröhren enthielt. Indessen wäre es ja doch, meiner Ansicht nach, in diesem Falle auch möglich, dass die Samenzellen von einem anderen Individuum herrühren und durch die Genitalöffnungen in die Genitalröhren des weiblichen Exemplares gelangt sind. In jedem Falle aber werden die Cuénot'schen Angaben die Anregung gegeben haben, auf das Vorkommen von Zwitterigkeit bei Seesternen schärfer als bisher zu achten.

3. Macroscopische Betrachtung der Geschlechtsorgane.

Bei beiden Geschlechtern treten die Genitalorgane in Form von einfachen oder verästelten Schläuchen auf, die rechts und links von den interbrachialen Septen an die Innenseite der dorsalen Körperwand befestigt sind. Die Schläuche gruppiren sich jederseits zu einem oder mehreren Büscheln und hängen von ihrer Befestigungsstelle frei in die Leibeshöhle der Scheibe oder der Arme. Sind jederseits mehrere Büschel vorhanden, so sind dieselben in eine Längsreihe geordnet, die dem Verlaufe des

Genitalstranges folgt, den wir erst beim Blutgefässsystem näher kennen lernen werden; es werden dann alle Genitalbüschel derselben Seite an ihren Befestigungsstellen durch den Genitalstrang in Verbindung gebracht. Bei guter Entwicklung der Randplatten liegen die Genitalschläuche stets in der Nähe der oberen Randplatten an der dorsalen Körperwand; fehlen deutliche Randplatten, so halten die Geschlechtsorgane dennoch in der Regel eine entsprechende Lagerung fest, befinden sich also lateral von den radialen Blinddärmen. Da sie sich in allen Interradien ganz gleichmässig ausbilden, so haben wir bei einem fünfstrahligen Seestern stets 2×5 Genitalorgane, von denen ein jedes, wie gesagt, aus einem oder mehreren Büscheln besteht; sind mehr als fünf Arme vorhanden, so ist auch die Zahl der Genitalorgane eine entsprechend höhere. Alle Genitalschläuche, die demselben Genitalstrange anhängen, kann man in ihrer Gesammtheit als ein einheitliches Organ betrachten und je nach dem Geschlechte als Hoden oder Eierstock bezeichnen; dann haben alle Seesterne $2 \times n$ Hoden bez. Eierstöcke, wenn man unter n die Zahl der Antimeren versteht. Man könnte aber auch die Bezeichnung Hoden oder Eierstock auf jedes Büschel von Geschlechtsschläuchen oder selbst auf die einzelnen Schläuche anwenden und so eine selbstverständlich sehr viel grössere Anzahl von Geschlechtsdrüsen herauszählen. Indessen empfiehlt sich die zuerst angegebene Bezeichnungsweise aus anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Gründen viel mehr als die zweite, sodass wir sie im Folgenden in Anwendung bringen wollen. Wir verstehen also unter einem Hoden oder Eierstock die Summe aller an einem und demselben Genitalstrang anhängenden Genitalschläuche.

Ob die Schläuche einer jeden Geschlechtsdrüse sich mit ihren Basen nur zu einem einzigen Büschel vereinigen oder zu mehreren Büscheln anordnen, schien nach Müller und Troschel ein durchgreifendes Gattungsmerkmal zu sein. Sie fanden z. B. einfache Büschel bei *Asterias*, *Echinaster*, *Crossaster*, *Asterina* (VI, 4, 8), *Asteropsis*, *Pteraster*, *Hippasteria*, *Ctenodiscus*, dagegen mehrfache bei *Astropecten*, *Luidia*, *Archaster*, *Chaetaster*, *Pentaceros*, *Culcita*, *Linckia*. Einfach sind ferner nach Cuénot die Genitalbüschel bei *Palmipes*, *Cribrella* und *Ophidiaster* (VI, 7), nach Sars bei *Brisinga*, nach Studer auch bei *Labidiaster*, mehrfach nach Cuénot bei *Gymnasteria* und nach meinen Beobachtungen bei *Plutonaster*. Es hat sich aber herausgestellt, dass es auch Gattungen gibt, in denen die einen Arten einfache, die anderen mehrfache Genitalbüschel besitzen: so z. B. hat *Echinaster sepositus* (Lam.) (VI, 6) nach Cuénot einfache, dagegen *Echinaster purpureus* (Gray) nach meinen Beobachtungen mehrfache.

Bei Arten mit verhältnissmässig kleiner Scheibe und dafür desto längeren Armen können die Genitalstränge und mit ihnen die dann häufig mehrfachen Büschel der Genitalschläuche weit in die Arme hineinreichen. Aber auch bei kurzen, meistens mit nur einem Büschel von Schläuchen ausgestatteten Genitalsträngen wird nicht selten der Innenraum der Arme für die Aufnahme der Genitalschläuche mit in Anspruch genommen.

sobald diese selbst bei voller Entwicklung eine beträchtliche Länge erreichen. Beispielsweise reichen bei den *Asterias*-Arten und bei *Cribrella oculata* (Linck) die Genitalschläuche, obgleich sie nur ein einziges Büschel bilden, bei voller Geschlechtsreife von ihrer in der Scheibe befindlichen Ansatzstelle oft weit in die Arme hinein. Bei *Echinaster sepositus* (Lam.) ist das einfache Genitalbüschel aber auch schon mit seiner Befestigungsstelle in den Anfang des freien Armes eingetreten, sodass nur noch der Genitalstrang mit seinem proximalen Abschnitte der Scheibe angehört. Noch weiter als bei dieser Art rücken die einfachen Genitalbüschel bei *Ophidiaster chinensis* Perr. und den *Brisinga*-Arten in die Arme hinein: bei *Brisinga* schwellen infolgedessen die Arme zur Zeit der Geschlechtsreife in ihrem proximalen Bezirke stark an und lassen dadurch die Gegend der Geschlechtsorgane schon von aussen deutlich werden. Unter den Arten mit mehrfachen Genitalbüscheln bietet *Astropecten polyacanthus* M. Tr. ein Beispiel für das allmähliche Uebergreifen der Genitalorgane von der Scheibe auf die Arme dar. Während bei den anderen *Astropecten*-Arten die sämmtlichen Genitalbüschel in der Scheibe verbleiben, erstrecken sie sich bei der genannten Art unter allmählicher Grössenabnahme bis in das erste Drittel der Arme. Noch schärfer gelangt das bei *Archaster typicus* M. u. Tr., *Luidia ciliaris* (Phil.), *Luidia sarsi* Düb. u. Kor., *Plutonaster subinermis* (Phil.), *Chaetaster longipes* (Retz.), *Linckia miliaris* (Linck) und *Echinaster purpureus* (Gray) und wahrscheinlich auch bei anderen Arten dieser Gattungen zur Ausbildung. Hier treffen wir die Genitalstränge oft bis fast zur Armspitze reichend und dabei ihrer ganzen Länge nach mit Büscheln von Genitalschläuchen besetzt, die um so kleiner werden, je mehr man sich von der Armbasis entfernt. Da aber bei all diesen Verlagerungen der Genitalschläuche in die Arme die Genitalstränge ausnahmslos aus der Scheibe kommen, so wird man schon aus diesem Grunde die Scheibe für den ursprünglichen Sitz der Geschlechtsorgane ansehen müssen und in ihrem Einrücken in die Arme eine secundäre Einrichtung erkennen.

Die Zahl der zu einem Büschel verbundenen Schläuche ist je nach der Art und dem Alter der einzelnen Individuen eine sehr verschiedene. In seiner Form stellt der einzelne Genitalschlauch meist eine cylindrische, einfache oder einmal oder mehrmals gegabelte (verästelte) Röhre dar; seltener ist er von kurzer, gedrungener und dann mehr beutelförmiger Gestalt; häufig bemerkt man, dass die Schläuche, besonders zur Zeit der Geschlechtsreife durch aufeinanderfolgende Anschwellungen und damit abwechselnden Einschnürungen ein perlschnurartiges Aussehen gewinnen. Bei frischen Thieren lassen sich die Männchen und Weibchen, die man an den conservirten Exemplaren fast nur durch die microscopische Untersuchung des Inhaltes der Schläuche unterscheiden kann, in der Regel an der verschiedenen Farbe der Schläuche erkennen, indem die Hoden heller aussehen als die Eierstöcke; jene sind bei den meisten Arten weisslich oder gelblichweiss, diese aber rosa oder roth oder rothbraun

(z. B. rosa bei *Astropecten aurantiacus*, roth bei *Cribrella oculata*, rothbraun bei *Echinaster sepositus*, rothgelb bei *Brisinga coronata*).

Die Genitalöffnungen entsprechen in ihrer Zahl und Lage im Allgemeinen den Genitalbüscheln, sodass jedes Büschel seine besondere Oeffnung erhält. Letztere befindet sich in der Regel an derselben Stelle der Körperwand, an der sich innen das Genitalbüschel ansetzt. Sind die Büschel in die Arme gerückt, so treffen wir auch die Oeffnungen dort an. Meistens ist der Ausführungsgang eines jeden Büschels sehr kurz; nur bei Arten mit sehr dicker Haut, wie z. B. bei *Culcita coriacea* M. u. Tr., werden die Ausführungsgänge entsprechend länger. Entweder dringt der Gang sofort von der Basis des Büschels geraden Weges durch die Haut oder er verläuft, z. B. bei *Asterina exigua* (Lam.), erst eine kurze Strecke weit an der Innenfläche der Haut und senkt sich dann erst in diese ein. Wenn aber die Genitalöffnungen, wie es bis jetzt nur bei *Asterina gibbosa* (Penn.) und *Asterina pancerii* Gasco bekannt ist (ich 301), sich von der Rückenseite des Thieres auf seine Ventralseite verschieben, bleiben die Genitalorgane selbst in ihrer dorsalen Lage und nur die Genitalgänge (= Ausführungsgänge) erfahren eine solche Verlängerung, dass sie von den dorsalen Genitalbüscheln bis zur ventralen Genitalöffnung reichen (VI, 4). In allen Fällen aber ist der Genitalgang ein gleichweites, einfach cylindrisches Rohr.

Die Genitalöffnungen, mit deren Geschichte wir uns schon weiter oben (s. S. 591) bekannt gemacht haben, stellen in den meisten Fällen einen einfachen, kleinen und darum oft schwer zu findenden Porus dar, der sich ausnahmslos in eine nur von unverkalkt gebliebener Haut verschlossene Lücke des Hautskeletes lagert, also weder selbst ein Skeletstück durchsetzt, noch von einem besonderen Skeletstücke aufgenommen wird. Mit Bestimmtheit nachgewiesen sind diese einfachen Genitalöffnungen bis jetzt bei *Echinaster sepositus* (Lam.) (VI, 6), *Cribrella oculata* (Linck), *Pteraster pulvillus* Sars, *Astropecten aurantiacus* (L.), *Culcita coriacea* M. Tr., *Brisinga coronata* Sars, *Ctenodiscus krausei* Ludw., *Palmipes membranaceus* Linck, *Asterina wega* Perr., *A. exigua* (Lam.), *A. cephea* Perr., *A. gibbosa* (Penn.) und *A. pancerii* Gasco. Bei den beiden zuletzt genannten Arten haben sie abweichend von ihrer sonstigen dorsalen Lage, wie schon bemerkt, eine ventrale Stellung eingenommen (VI, 3). Bei den *Asterias*-Arten wird die einfache Genitalöffnung durch eine Gruppe von kleinen Oeffnungen ersetzt, die Müller und Troschel mit einem Siebe verglichen. Bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. z. B. besteht die siebförmige Genitalöffnung (VI, 5) aus einer Gruppe von drei bis neun kleinen Poren, die sich auf der Spitze von ebenso vielen kleinen Hautvorsprüngen befinden und zusammen den Raum einer sonst von einer Anzahl von Kiemenbläschen besetzten Skeletlücke einnehmen. Die Geschlechtsöffnungen sind hier gewissermaassen, wie Cuénot bemerkt, vicariirend an die Stelle der Papulä getreten. Nach innen führen die sämmtlichen Poren einer derartigen siebförmigen Genitalöffnung in den

Ausführungsgang desselben Genitalbüschels. Auch bei *Crossaster papposus* (Linck) sind die Geschlechtsöffnungen nicht einfach geblieben, sondern siebförmig geworden, wie das schon Müller und Troschel angegeben haben. Cuénot hat die Richtigkeit dieser Angabe erst bestritten (93) und sich zur Stütze seiner damaligen Ansicht, dass auch diese Art einfache Genitalporen besitze, darauf berufen, dass die Papulä dieser Art nicht in Gruppen, sondern einzeln stehen, also auch die an deren Stelle tretenden Genitalporen einzeln stehen müssten. Später aber (99) hat er selbst sich berichtet und zugestanden, dass trotz der einzeln stehenden Papulä die Genitalöffnungen bei alten Exemplaren die Form eines Siebes haben, dessen Stäbe sogar verkalkt sein können. Daraus scheint mir zu folgen, dass der anscheinenden Stellvertretung der Papulä durch Genitalporen bei der Gattung *Asterias* keine allgemeine Bedeutung zugeschrieben werden kann, man also auch daraus keine engere Beziehung der Papulä zu den Genitalporen überhaupt ableiten kann. (Ueber die von Greeff irrthümlich behauptete Beziehung der Genitalporen zum Blutgefässsystem und den Perihämalräumen vergl. die Kapitel Blutgefässsystem und Leibeshöhle.)

Aeussere Geschlechtsunterschiede, soweit sie nicht durch Einrichtungen der Brutpflege (s. d.) bedingt sind, scheinen zwar in der Regel nicht vorzukommen, jedoch auch nicht so völlig zu fehlen, wie Cuénot (93) behauptete. So machte A. Agassiz (5) darauf aufmerksam, dass bei *Asterias vulgaris* Packard und *forbesi* (Desor) die beiden Geschlechter zur Zeit der Fortpflanzung verschieden gefärbt sind. Etwas Aehnliches bemerkte ich (307) bei *Asterina gibbosa* (Penn.); während die Weibchen auf ihrer Rückenseite im Allgemeinen ein kräftiges Grün zeigten, war der Grundton des Rückens bei den Männchen ein fahles Blaugrün. Noch weiter geht die Verschiedenheit beider Geschlechter nach Studer (524, 526) bei *Pentaceros turritus* Linck. Hier sind die Männchen durch eine verhältnissmässig niedrigere Scheibe und ein festeres Hautskelet, sowie durch den Besitz einer centralen, neben dem After stehenden Warze vor den Weibchen ausgezeichnet, deren Scheide dorsal stark gewölbt und deren Hautskelet nachgiebiger und lockerer ist und der centralen Warze entbehrt; ferner sind die Männchen oben ziegelroth und haben schwarzbraune Höfe um die Warzen, während die Weibchen oben bedeutend heller, mehr fleischroth aussehen, an den Rändern der Scheibe und der Arme dunkler roth erscheinen und auch rothe Höfe um die Warzen besitzen.

4. Microscopischer Bau der Geschlechtsorgane.

Die Wandung der Genitalschläuche (V, 4) besteht von aussen nach innen aus einem äusseren Epithel, einer Muskelfasern enthaltenden Bindegewebsschicht und einem inneren Epithel. Das äussere Epithel stellt eine Fortsetzung des Cölomepithels dar und ist von einer einfachen Lage platter bewimperter Zellen gebildet; nur Field (135) beschreibt die Zellen

bei *Asterias vulgaris* Packard als cubische. Die Bindegewebsschicht setzt sich aus einer äusseren und einer inneren Lamelle zusammen, zwischen denen sich ein lacunärer Raum ausbreitet, den Greeff (184), Hoffmann (232), Semper und ich (299) zuerst aufgefunden haben und auf den wir beim Blutgefässsystem zurückkommen werden. An der Innenfläche dieses Blutsinus konnte ich (299) keine deutliche Epithelbekleidung bemerken, während Hamann (212) daselbst einen endothelartigen Zellenbelag angibt. Ferner wird der Innenraum des Sinus hier und da von feinen Fäden durchsetzt, welche die beiden Lamellen der Bindegewebsschicht miteinander verbinden. Beide Lamellen sind reich an ringförmig verlaufenden Bindegewebsfibrillen. Ausserdem beherbergt die äussere Lamelle, dem Sinus zugekehrt, eine Lage von Muskelfasern, die bei *Asterias rubens* L. einen ringförmigen Verlauf nehmen. Bei *Asterias vulgaris* Packard gibt Field (135), ohne den Sinus überhaupt zu erwähnen, an Stelle der eben beschriebenen Bindegewebslamellen nur eine Muskelschicht an, deren Fasern in den verschiedensten Richtungen verlaufen, doch so, dass die äussersten und die innersten Fasern rechtwinkelig zueinander liegen; auch behauptet er, dass in der Wand der männlichen Genitalschläuche die Muskulatur schwächer ausgebildet sei als in den weiblichen. In der Bindegewebsschicht können auch kleine, stäbchen- oder netzförmige Kalkkörperchen zur Ausbildung gelangen; Cuénot (93) fand solche bei *Culcita coriacea* M. u. Tr. und *Ophidiaster chinensis* Perr. Das innere Epithel liefert die Geschlechtsproducte und soll erst zusammen mit diesen im nächsten Abschnitte (s. S. 601, 603) betrachtet werden.

Der Bau der Ausführungsgänge ist erst bei wenigen Arten untersucht worden. Bei den Weibchen von *Asterina exigua* (Lam.) (V, 3) z. B. schliesst sich an die äussere Genitalöffnung ein Kanal (= Eileiter) an, der, nachdem er die Körperwand durchsetzt hat, an deren Innenseite eine Strecke weit dicht neben dem Genitalstrange (s. Blutgefässsystem) verläuft und dann schliesslich unmittelbar in die Genitalschläuche einmündet (V, 3). Seine Wand besteht aus einer äusseren feinlängsfaserigen Schicht und einem inneren Epithel, in dessen Tiefe grosse, einzellige, flaschenförmige Drüsen liegen, die wahrscheinlich ein Secret zur Umhüllung der austretenden Eier liefern. Bei den Männchen derselben Art bietet der Ausführungsgang (= Samenleiter) dieselben Verhältnisse dar, nur fehlen die Drüsenzellen, die übrigens auch bei den Weibchen vieler Arten (V, 2) in Wegfall gekommen sind. Auch darf nicht unerwähnt bleiben, dass Hamann (212) in der Wand der Samenleiter bei *Asterias rubens* L. unter dem inneren Epithel ähnliche Gebilde, wie ich sie im Eileiter von *Asterina exigua* (Lam.) als Drüsenzellen beschrieben habe, angetroffen hat, aber geneigt ist, sie nicht als solche, sondern als Verdickungen einer inneren „homogenen" Schicht der Bindegewebslage anzusehen.

5. Die Geschlechtsproducte und ihre Entstehung.

a. Die Samenkörperchen. Die von Rathke (444) entdeckten, von Kölliker (259) zum ersten Male abgebildeten Samenzellen der Seesterne sind seitdem bei allen darauf untersuchten Arten als stecknadelförmige, aus Kopf und Schwanz zusammengesetzte Gebilde erkannt worden. Wie schon Hoffmann (232) bei *Asterias rubens* L. und G. O. Sars (464) bei *Brisinga coronata* Sars bemerkten, ist der kleine Kopf von rundlicher Gestalt, der dünne Schwanzfaden verhältnissmässig lang und fadenförmig. Auch Cuénot (93) fand die Spermatosomen bei einer Reihe von Arten durchweg von ähnlicher Gestalt; nur bei *Asterina gibbosa* sah er den Kopf meistens von dreieckiger Form. Die Grösse des Kopfes schwankt nach demselben Forscher je nach den Arten von 1—3 μ; die Länge des Schwanzes kann bis 52 μ betragen. Genaueres über den feineren Bau der Samenkörperchen haben erst in den letzten Jahren Field (136) und E. Ballowitz*) mit Hülfe der modernen Technik ermittelt. Field unterscheidet am Kopfe des fertigen Spermatozoons den eigentlichen Kopf von einem darauffolgenden „Mittelstück“. Der eigentliche Kopf besteht aus einem aus Kernsubstanz gebildeten, meistens mehr oder weniger kugeligen Haupttheile, dem Kern, und einem winzigen Centrosoma, das in ein vorderes Grübchen des Kernes eingelagert ist und bei manchen Arten, z. B. *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *Chaetaster longipes* (Retz.), schon am lebenden Spermatozoon als ein stark glänzendes, kugeliges Körperchen erkannt werden kann; das Centrosoma scheint selbst wieder aus zwei verschiedenen Substanzen, einer äusseren und einer inneren, zusammengesetzt zu sein. Das hinter dem Kern gelegene, auch als Nebenkern bezeichnete Mittelstück ist erheblich kleiner als jener, von sphäroidaler Form und gewöhnlich nicht homogen, sondern von körnigem Inhalte. Centrosoma, Kern und Nebenkern werden von einer sehr zarten Zellmembran umhüllt. Nach Cuénot (93 und **) löst sich das Mittelstück sehr häufig von dem Köpfchen des reifen Samenfadens ab und geht verloren. Nach E. Ballowitz***), der das Mittelstück als Verbindungsstück bezeichnet, ist bei *Crossaster papposus* (Linck) das vordere Grübchen des Kopfes von einem besonderen „Ringkörper“ umfasst. Bei derselben Art besitzt nach ihm der Schwanzfaden (die Geissel) ein deutlich abgesetztes, ungemein feines Endfädchen und umschliesst einen selbst wieder aus zwei bis drei Fäden zusammengesetzten Axenfaden, der sich durch das Mittelstück bis in das Innere des Kernes verfolgen lässt und hier an einem central gelegenen Endknöpfchen endigt.

Ausser den Samenzellen findet man nach Cuénot (93) im Samen reifer Thiere auch noch andere, mitunter amöboid bewegliche Zellen von

*) Bemerkungen etc. in: Internationale Monatsschrift f. Anat. u. Physiol. 11. Bd., 1894, p. 259.

**) Notes sur les Échinodermes. I. Ovogénèse et spermatogénèse. In: Zoolog. Anzeiger 1892, No. 387.

***) l. c.

kugeliger Form, theils mit vacuolisirtem Inhalte, theils mit Pigment beladen, die er für nicht zur Verwendung gekommene Bildungszellen anspricht.

b. Die Entstehung der Samenkörperchen geht von dem Innenepithel der Hodenschläuche aus, das sich bei geschlechtsreifen Thieren aus mehreren Schichten von Samenbildungszellen zusammensetzt. Zu äusserst liegen die Spermatogonien, zu innerst die Spermatiden und die durch deren Umbildung entstandenen, schliesslich das ganze Lumen erfüllenden Spermatosomen. Im einzelnen haben sich namentlich Cuénot (93, 99, *)) und Field (135, 136) um die Erforschung der feineren Vorgänge der Spermatogenese bemüht. Da Cuénot's Angaben durch die offenbar sehr sorgfältigen Untersuchungen Field's in vielen gewichtigen Punkten berichtigt worden sind, so beschränke ich mich hier darauf, die Hauptergebnisse des letztgenannten Forschers anzuführen. Nach ihm theilt sich jede Spermatogonie in zwei Spermatocyten und jede von diesen liefert wiederum durch eine Theilung zwei Spermatiden, sodass auf diese Weise je vier Spermatosomen von derselben Spermatogonie abstammen. Das Centrosoma des fertigen Samenkörperchens liess sich bis zur mitotischen Theilung der Spermatocyten zurückverfolgen. Das Mittelstück (Nebenkern) entsteht aus Körnchen, die im Zellplasma der Spermatide enthalten sind. Der Schwanzfaden wird von dem Zellplasma der Spermatide geliefert.

c. Die Eier der Seesterne (VI, 1), von denen Rud. Wagner**) und C. G. Carus***) die ersten Abbildungen veröffentlicht haben, sind neuerdings zu Studien über die Reifungs- und Befruchtungsvorgänge des thierischen Eies vielfach benutzt und dadurch ein sehr bekanntes Object geworden. Soviel wir wissen, sind sie bei allen Arten von kugelrunder oder doch (*Asterias rubens*) fast kugelrunder Form. Ihre Grösse bewegt sich, soweit genaue Angaben vorliegen, in den Maassen von 0,1—0,5 mm; sie messen z. B. bei *Asterias vulgaris* Packard 0,1, bei *Astropecten irregularis* Linck 0,15, bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. 0,17, bei *Asterias rubens* L. 0,16—0,19, bei *Asterina gibbosa* (Penn.) 0,5 mm. Durch die Farbe und Menge ihrer Deutoplasma-Elemente erscheinen sie mehr oder weniger intensiv gefärbt und zwar in der Regel gelb, gelbroth, rosa, roth oder bräunlich; so z. B. sind sie gelblich bei *Asterias rubens*, gelb bis orange- oder rosagelb bei *Asterina gibbosa* (Penn.), hellrosa bis ganz blassbräunlich bei *Asterias glacialis* O. F. Müll., rothgelb bei *Brisinga coronata* Sars, roth bei *Crossaster papposus* Linck, braun bei *Echinaster sepositus* (Lam.). Die in das helle homogene Protoplasma des Dotters eingebetteten Deutoplasma-Bestandtheile (Dotterkörnchen) sind bald so klein, dass sie auch bei starker Vergrösserung noch als feine Pünktchen

*) l. c. 1892.

**) Prodromus historiae generationis. Lipsiae 1836, Tab. I, Fig. 3.

***) Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie, Heft V. Leipzig 1840, Taf. I, Fig. 1.

erscheinen, bald stellen sie gröbere Kügelchen dar. Nach Jatta (249) ballen sich bei *Asterias glacialis* in den noch nicht ganz reifen Eierstockseiern vorübergehend die Dotterkörnchen zu einem grösseren oder mehreren kleineren Klumpen zusammen, die er als Dotterkerne bezeichnet; im abgelegten Eie sind diese „Dotterkerne", deren Existenz übrigens Cuénot (99) durchaus in Abrede stellt, wieder verschwunden. Gewöhnlich ist die oberflächlichste Schicht (Ed. van Beneden's*) Rindenzone) der Dotterkugel weniger reich an Deutoplasma und dadurch durchsichtiger als der übrige Dotter, dessen Durchsichtigkeit überhaupt von der Menge des eingelagerten Deutoplasmas abhängt. Bei relativ geringer Menge desselben, z. B. bei *Asterias rubens* und *glacialis*, bleibt der Dotter fast ganz durchsichtig, während er bei stärkerer Anhäufung von Deutoplasma, z. B. bei *Asterina gibbosa*, völlig undurchsichtig wird. Das in der Regel mehr oder weniger excentrisch gelegene Keimbläschen ist kugelrund und verhältnissmässig gross; es misst z. B. bei *Asterias rubens* 30—40, bei *Asterias glacialis* 50 und bei *Astropecten irregularis* 62 μ. Seine deutlich abgegrenzte Membran umschliesst bei *Asterias glacialis* und *rubens* einen von einem protoplasmatischen Netzwerk durchzogenen Kernsaft, während Cuénot (93) behauptet, dass es bei anderen europäischen Arten vollkommen homogen sei. In der Regel ist nur ein einziger in dem Netzwerk gelegener Keimfleck vorhanden, dessen Durchmesser beispielsweise bei *Asterias rubens* 11—15, bei *Asterias glacialis* 15, bei *Astropecten irregularis* 18 und bei *Astropecten aurantiacus* 25 μ beträgt. Er ist gewöhnlich kugelrund, glänzend, und beherbergt in seiner im Uebrigen homogenen Substanz gewöhnlich eine oder mehrere kleine Vacuolen. Eine abweichende Gestaltung zeigt er in den Gattungen *Echinaster* und *Cribrella*. Hier fand ich (299) bei *Echinaster purpureus* (Gray) an Stelle eines einfachen Keimfleckes einen grossen Haufen von sehr kleinen Keimfleckchen und etwas Aehnliches beschreibt Cuénot (93) von *Echinaster sepositus* (Lam.) und**) von *Cribrella oculata* (Linck). Aeusserlich ist die Eizelle von einer schon im Eierstocke gebildeten, glashellen, farblosen, gallertigen Hülle umgeben, die von den Autoren mit den verschiedensten Namen belegt worden ist. Joh. Müller nennt sie Eiweissschicht, Hoffmann Dotterhaut, G. O. Sars und Ed. van Beneden Chorion, Greeff Gallertzone, O. Hertwig Zona pellucida, Fol Schleimschicht oder Oolemma, Hamann Gallertschicht, Cuénot Zona radiata (Dotterhaut). An den noch im Eierstocke befindlichen Eiern misst sie z. B. bei *Asterias rubens* 3—4 μ, bei *Asterias glacialis* 7,5 μ und lässt dann auch bei diesen beiden Arten eine radiäre, bei anderen Arten bis jetzt noch nicht beobachtete Streifung erkennen. Nach der Ablage der Eier aber quillt die Hülle unter der Einwirkung des Seewassers stark auf, verliert dann auch bei *Asterias glacialis* und *rubens* die erwähnte radiäre Streifung und erreicht

*) Bull. de l'Acad. roy. de Belgique (2. sér.), T. 41, 1876, p. 58.
**) Zoolog. Anzeiger 1892, Nr. 387.

nunmehr eine bedeutende Dicke, bei *Asterina gibbosa* z. B. eine Dicke von 90 μ. Vermittelst ihrer Gallerthülle können die abgelegten Eier sowohl untereinander verkleben, als auch, z. B. bei *Asterina gibbosa*, an Gegenstände der Aussenwelt (Steine, Pflanzen) angekittet werden. Nach innen von der Gallertschicht gibt O. Hertwig (229) wie schon früher Greeff (185) noch eine, die Dotteroberfläche unmittelbar bedeckende zarte homogene Haut an, in der der Erstgenannte die fester gewordene innerste Lage der Gallertschicht sieht; andere Beobachter dagegen, z. B. Ed. van Beneden, konnten sich von dem Vorhandensein dieser inneren Umhüllungsmembran nicht überzeugen.

Zwischen den fertigen Eiern fand Cuénot (93) im Inneren der Ovarialschläuche (ähnlich wie in den Hodenschläuchen) auch noch amöboide, bald vacuolisirte, bald pigmentirte Zellen, die er für nicht zur Verwendung gekommene, den Blutkörperchen homologe Zellen ansieht.

d. Die Entstehung der Eier. Seit Hoffmann's (232) und meinen*) Mittheilungen stimmen alle Beobachter darin überein, dass die Eizellen aus Zellen des Innenepithels der Ovarialschläuche entstehen. Dieses Epithel (Keimepithel) ist bei jungen Thieren aus Zellen gebildet, die bei *Asterias rubens* (V, 4) etwa 5,7 μ gross sind und einen 2,8—4,3 μ grossen Kern besitzen. Ein grosser Theil derselben wächst zu Eizellen heran, indem sie sich immer mehr vergrössern und mit Deutoplasma beladen. Bei ihrer Grössenzunahme heben sie die benachbarten Epithelzellen mit in die Höhe (VI, 2) und wölben sich, von diesen nach Art eines Follikels umlagert, gegen das Lumen der Schläuche vor. Bei weiterem Wachsthume der Eizelle nimmt sie eine gestielte birnförmige Gestalt an, indem sie mit breiter Basis mit der Innenwand des Genitalschlauches in Verbindung bleibt, im übrigen aber in dessen Lumen hineinragt. Die zu Follikelepithelzellen gewordenen Zellen haben sich unterdessen zu einer einschichtigen Lage rings um das Ei mit Ausnahme seiner Basis geordnet und haben zugleich eine starke Abplattung erfahren. Zwischen der Eizelle und dem Follikelepithel erfolgt die Absonderung der gallertigen Hülle des Eies. Schliesslich löst sich das nun fertige Ei von der Innenwand der Schläuche ganz ab und fällt frei in das Lumen, während das von Fol (143) und O. Hertwig (229) zuerst nachgewiesene Follikelepithel seinen Zusammenhang nach und nach lockert und zu Grunde geht. Nach Hamann (212), dem ich im Vorstehenden zunächst gefolgt bin, ist die Gallerthülle ein Absonderungsproduct der Follikelzellen — eine Auffassung, zu der schon Ed. van Beneden**) hinneigte.

Im Gegensatze zu der eben gegebenen Darstellung der Eibildung stellte Cuénot das Vorkommen echter Eifollikel erst durchaus in Abrede (93, 99), nahm aber später***) eine weniger entschiedene Stellung in

*) Ueber die Eibildung im Thierreiche. Würzburg 1874, p. 9.

**) l. c. Bull. Acad. Belg. 1876.

***) Zool. Anzeiger 1892, Nr. 387.

dieser Frage ein. Er ist jetzt der Meinung, dass die für Follikelzellen gehaltenen Zellen eine Art von amöboiden Dotterbildungszellen darstellen, die auf der Oberfläche des heranwachsenden Eies umherkriechen. Früher dagegen bezeichnete er das „Follikelepithel“ als eine die Eizelle umhüllende Bindegewebslage, indem er dabei von der übrigens schon von Fol (143) geäusserten und neuerdings auch von Field (135) vertretenen Auffassung ausging, dass die Ovarialschläuche überhaupt kein freies Lumen haben, sondern von einem bindegewebigen Stroma durchzogen seien, in dessen Maschen sich die Eier entwickeln. Bei den Echinasteriden und Asteriniden will er sich davon überzeugt haben, dass die Zellen dieses Stromas die nachher in die Eizelle einrückenden Deutoplasma-Elemente produciren. Die Gallerthülle des Eies hält er für eine von der Eizelle selbst gelieferte echte Zellmembran.

X. Blutgefässsystem.

Als Blutgefässsystem bezeichne ich das hier zu beschreibende Organsystem der Seesterne, weil es in seinem feineren Baue und wenigstens in seiner allgemeinen Anordnung mit denjenigen Organen übereinstimmt, die ich im ersten Buche dieses Werkes bei den Seewalzen (p. 198) Blutgefässe genannt habe. Dabei verkenne ich durchaus nicht, dass man es vielleicht ebenso gut als ein System von Lymphräumen und Lymphdrüsen bezeichnen könnte. Um aber der physiologischen Deutung an dieser Stelle in keiner Weise vorzugreifen, will ich versuchen, hier lediglich eine Schilderung des anatomischen Verhaltens zu geben. Auch ohne das Wort „Blutgefässe“ anzuwenden lässt sich eine solche liefern.

Es handelt sich, wie wir im Folgenden des Näheren sehen werden, um ein in sich zusammenhängendes Organsystem (VI,9), an dem wir als Hauptheile unterscheiden können:

1. einen den Mund umkreisenden = oralen Ring (s. S. 608);
2. einen der Rückenwand der Scheibe von innen her anliegenden = aboralen Ring (s. S. 612);
3. ein diese beiden Ringe verbindendes, im Interbrachialseptum des Steinkanales gelegenes und darum vorläufig Septalorgan zu nennendes Organ (s. S. 605).

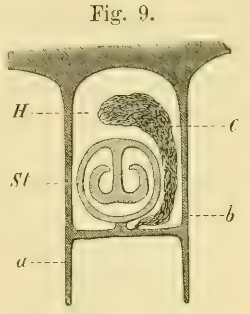
Als peripherische Theile gehen von den beiden Ringen Stränge ab, die theils den Radialkanälen des Wassergefässsystemes folgen (s. S. 611), theils die Genitalorgane (s. S. 613) und den Magen (s. S. 614) versorgen; jene entspringen vom oralen, diese vom aboralen Ringe.

In ihrem feineren Baue zeigen alle Theile des ganzen Organsystemes dieselbe Neigung zur Geflechtbildung und denselben Mangel eines deutlichen Innenepithels, wie wir das bei den Blutgefässen der Holothurien (S. 201) kennen gelernt haben.

1. Das Septalorgan.

In demselben schlauchförmigen Kanal, in dem wir bei Betrachtung des Wassergefässsystems (s. S. 564) dem Steinkanale begegneten, liegt neben diesem ein weiches, unverkalktes Organ, von dem wir bei der Beschreibung des Blutgefässsystemes ausgehen wollen. Der schlauchförmige Kanal selbst ist ein Hohlraum, der sich im Inneren des betreffenden interbrachialen Septums befindet (s. auch S. 617). Die nebenstehende Figur gibt einen schematischen Querschnitt durch den schlauchförmigen Kanal, den Steinkanal und das neben diesem gelegene, uns hier interessirende Organ. Dabei ist zu bemerken, dass, wie v. Siebold (491) und später ich (299) hervorgehoben haben, die Lagebeziehung des Organes zum Steinkanal insofern eine constante ist, als dasselbe stets rechts vom Steinkanal liegt, wenn man sich in der dorsoventralen Axe des mit dem Munde nach unten gerichteten Seesternes stehend denkt und das Gesicht dem Steinkanale zuwendet. Die Geschichte des Organes und seiner Benennung ist eine ziemlich verwickelte.

Fig. 9.



Schematischer Querschnitt durch d. schlauchförmigen Kanal (*H*), das Septalorgan (*C*) und den Steinkanal (*St*) eines Seesterns, von der Dorsalseite gesehen; *a*, *b*, die linke und rechte Lamelle des interbrachialen Septums.

Der Erste, der es gesehen hat, war Kade (252). Spix (512) hat es ebenfalls bemerkt und bei *Asterias rubens* als einen gelatinösen, bläulichen Kanal beschrieben, in dem er ganz mit Unrecht einen Theil des von ihm gesuchten männlichen Apparates sah. Auch Konrad (261) hat das Organ gefunden und abgebildet, ohne es deuten zu können; er schildert es als ein „stratum satis crassum glandulosum molle bruneum“. Tiedemann (544) gab die erste nähere Beschreibung des von ihm als „herzähnlichen Kanal“ oder kurz als „Herz“ bezeichneten Gebildes. Bei *Astropecten aurantiacus* ist es nach seinen Angaben 1 Zoll lang, an seiner breitesten Stelle gegen 3 Linien dick und von bräunlicher Farbe. Delle Chiaje (83) schildert dasselbe Organ als einen gelatinösen, gelblichen, dicken, glatten Körper, der den Steinkanal seiner ganzen Länge nach begleitet. Volkmann (563), v. Siebold (491) und Joh. Müller (370; 1849) schlossen sich der Tiedemann'schen Auffassung an. Später aber gelangte Greeff (182) durch ein Missverständniss der Tiedemann'schen Beschreibung zu der irrigen Meinung, das hier in Rede stehende Organ sei erst von ihm entdeckt worden; er wollte darin ein „kiemenartiges Organ“ erkennen und verglich es seiner Form nach, da er auf seiner ganzen Oberfläche verzweigte lappenförmige Anhänge bemerkte, mit einer traubenförmigen Drüse. Nachdem Greeff's Missverständniss durch mich (299) aufgeklärt war und kurz vorher Teuscher (536) eine mit Tiedemann im Ganzen übereinstimmende kurze Beschreibung des Organes gegeben hatte, wurde dasselbe zunächst

wie bei Tiedemann als „Herz“ oder als „Herzgeflecht“ (ich) bezeichnet. In der Folgezeit aber trat bei weiterem Eindringen in den feineren Bau sein drüsiger Charakter, an den schon Konrad, Hoffmann (232) und Greeff gedacht hatten und auf den wohl zuerst Jourdain (253) und dann Perrier und Poirier (422) ausdrücklich hingewiesen hatten, immer mehr in den Vordergrund. Je nachdem der betreffende Forscher die eine oder andere Function oder lediglich die morphologische Bedeutung in dem Namen andeuten wollte, wurde nunmehr bald diese, bald jene Benennung gewählt. So nannte es Hamann (212) das „Chromatogen-Organ“, Perrier (414, 416, 418) erst eiförmige Drüse („glande ovoïde“), dann Collateral-Organ, schliesslich den plastidogenen Körper („corps plastidogène“), Cuénot (91, 92, 93) wieder die eiförmige Drüse („glande ovoïde“), Vogt und Yung (562) das Dorsalorgan und Lang*) das Axialorgan. Wenn wir eine morphologische Benennung vorziehen, so müssten wir uns für eine der letzteren entscheiden; doch passt von diesen weder die eine, noch die andere so recht, da das Organ weder vorzugsweise der Dorsalregion des Thieres angehört, noch auch in dessen Axe liegt. Wäre es in Erwägung, dass es, soweit wir wissen, ausnahmslos in dem schlauchförmigen Kanal des Septums liegt, nicht am einfachsten, unser Organ dieser Lage entsprechend einstweilen das Septalorgan zu nennen? Wir wollen diesen Namen im Folgenden zur Anwendung bringen (s. aber auch S. 616).

Macroscopisch stellt sich das Septalorgan als ein weicher, dorsalwärts an Dicke zunehmender Strang dar, der dicht neben dem Steinkanal an die Innenwand des schlauchförmigen Kanals befestigt ist. Seine von Tiedemann irrthümlich glatt genannte Oberfläche ist mit läppchenförmigen Erhebungen besetzt, die sich häufig zu einem netzförmigen Gefüge miteinander verbinden. Durch das in den Inhaltszellen des Organes aufgespeicherte Pigment erscheint das Organ im Ganzen gefärbt, entweder gelblich bis bräunlich (z. B. bei *Astropecten*-Arten), oder röthlichblau bis violett (z. B. bei *Asterias rubens*, bei *Cribrella* und *Echinaster*). Die Befestigung an die Innenwand des schlauchförmigen Kanales wird nach Art eines Mesenteriums durch eine von Wimperepithel überkleidete, bindegewebige Platte vermittelt, zwischen deren Fasern Vogt und Yung auch dünne Muskelbündel gesehen haben wollen.

In histologischer Beziehung (VI, 10) sind wir über den Bau des „Herzens“ trotz der darauf verwandten Bemühungen verschiedener Forscher noch nicht ganz befriedigend aufgeklärt, da sich die darüber vorliegenden Angaben in manchen Punkten widersprechen. Die Grundmasse (das Gerüst) des Organes besteht aus einem faserigen Gewebe, welches eine Menge von Hohlräumen umschliesst und oberflächlich von einem Epithel überkleidet ist.

---

*) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere, Echinodermen. Jena 1894, p. 1036.

Das oberflächliche Epithel ist nach Hoffmann (232), Hamann (212) und Vogt und Yung (562) ein Wimperepithel, das nach Hamann aus cubischen, nur auf dem dorsalen Endstück des Organes cylindrischen Zellen besteht und eine Fortsetzung des den ganzen schlauchförmigen Kanal auskleidenden Zellbelages ist. Cuénot (93) dagegen leugnet, dass dieses Epithel eine zusammenhängende Lage darstelle; nach ihm ist es an zahlreichen Stellen, die dem von ihm behaupteten Austritt von Lymphzellen aus dem Inneren des Organes dienen, unterbrochen.

Das faserige Grundgewebe des Organes ist nach Hoffmann (232) und Teuscher (536) lediglich aus kräftigen Bindegewebsfasern aufgebaut, zwischen denen ich (299) auch noch feinere Fasern antraf, die mir musklöser Natur zu sein schienen. Demgegenüber betont Hamann (212), dass er nur jene erste, offenbar bindegewebige Fasernsorte gefunden habe, und auch Cuénot (93) konnte keine Muskelfasern bemerken.

Die inneren Hohlräume stellen nach Hamann Kanäle von 0,03—0,05 mm Durchmesser (bei *Asterias rubens*) dar, die vorzugsweise in der Längsrichtung des ganzen Organes verlaufen und miteinander anastomosiren, sodass das ganze Innere, wie schon Greeff (182) und ich (299) früher bemerkt hatten, mit einem Gefässgeflecht zu vergleichen wäre. Auch Vogt und Yung lassen die Innenräume (bei *Astropecten aurantiacus)* in der mannigfaltigsten Weise miteinander in Verbindung treten, während Cuénot (93) sich mehr der Ansicht zuneigt, dass die Innenräume nicht anastomosirende Kanäle, sondern voneinander gesonderte Lücken (Maschen) der netzförmig angeordneten Grundmasse darstellen. Andere Differenzen bestehen hinsichtlich der Ausfüllung der Innenräume. Greeff's Angabe, dass sie von einem Wimperepithel ausgekleidet seien, hat sich durch alle späteren Untersuchungen als ein Irrthum heraus gestellt. Hoffmann und Teuscher aber gehen noch weiter und stellen wenigstens bei den erwachsenen Thieren überhaupt jegliche Lumina der Innenräume in Abrede; die Räume sind nach ihrer Ansicht ganz von Zellen ausgefüllt. Durch meine eigenen Untersuchungen gelangte ich alsdann zu der Auffassung, dass zwar ein zusammenhängendes inneres Epithel nicht vorhanden sei, dass man aber doch ein Lumen und einen unregelmässigen zelligen Wandbelag in den Innenräumen zu unterscheiden habe, und dass ferner nicht selten durch eine stärkere Anhäufung der Inhaltszellen das ganze Lumen vorübergehend ausgefüllt werden könne. Aehnlich lauten die Ergebnisse Hamann's, jedoch mit dem Unterschiede, dass er die Wand der Innenräume von einem zusammenhängenden einschichtigen Epithel besetzt sein lässt. Die Zellen dieses Epithels, die nach Hamann bei *Asterias rubens* 8—9, nach meinen Beobachtungen bei *Astropecten aurantiacus* 6—8 μ gross und von kugeliger Form sind, auch einen deutlichen (3—4 μ grossen) Kern mit scharf ausgeprägtem Kernkörperchen besitzen, beladen sich nach Hamann bald mehr, bald weniger mit Pigmentkörnchen und lösen sich nach und nach von der Wand ab um frei in das Lumen zu gerathen; im Uebrigen sei das Lumen ausgefüllt von einer von den Inhaltszellen abgeschiedenen

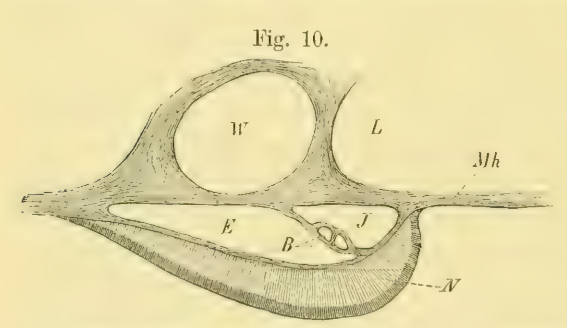
gerinnungsfähigen Flüssigkeit. Vogt und Yung bestätigten im Wesentlichen diese Befunde Hamann's und auch Cuénot's Untersuchungen ergaben, dass man jedenfalls im Inneren der Hohlräume nur einerlei Sorte von Zellen antrifft, wenn er auch deren Anordnung zu einer deutlichen Epithellage nicht zugibt. Er bezeichnet die nach ihm ganz unregelmässig geordneten, bald der Wand anliegenden, bald frei im Lumen befindlichen, in Bildung und Vermehrung begriffenen Zellen als Lymphzellen (Amöbocyten), die sich amöboid bewegen und mit Pigment beladen.

2. Der orale Ring.

Mit seinem ventralen Ende tritt das Septalorgan in die Umgebung des Mundes ein und setzt sich hier in einen den Mund umkreisenden Strang fort. Ohne jetzt schon der Frage näher zu treten, ob sich diese Einrichtung bei allen Seesternen nachweisen lässt, wollen wir zunächst die Verhältnisse kennen lernen, wie sie sich bei der Gattung *Asterias* (und nach meinen Beobachtungen auch bei der Gattung *Astropecten*) in anatomischer Hinsicht darbieten. Zu diesem Zwecke erscheint es angebracht, auf die geschichtliche Entwicklung, welche die Kenntniss und Benennung der hier in Betracht kommenden Theile genommen hat, näher einzugehen.

Tiedemann (544) war der Erste, der einen oralen Ringkanal, der mit dem Septalorgane in Zusammenhang stehe, beschrieb und zum Blutgefässsystem rechnete. Joh. Müller (371) bestätigte die Existenz dieses Ringkanales und auch Greeff, der anfänglich (181) das Tiedemann'sche Blutgefässsystem ebenso wie schon vorher Jourdain (254) ganz in Abrede gestellt hatte, hat sich später (182) Tiedemann's Auffassung angeschlossen; desgleichen Hoffmann (232), Lange (276) und Teuscher (536). Danach schien es, als sei das Vorkommen eines vom Septalorgan ausgehenden, den Mund umkreisenden Ringorganes genügend aufgeklärt.

Fig. 10.



Schematischer Verticalschnitt durch das Peristom eines Seesterns (in der Richtung eines Interradius); *L*, Leibeshöhle, *Mh*, Mundhaut, *W*, Wassergefässring, *N*, Nervenring, *B*, oraler Blutgefässring, *J*, innerer, *E*, äusserer oraler Pseudohämalring.

Demgegenüber erbrachte dann ich (299) den Nachweis, dass dem doch nicht so ist. Der von Tiedemann beschriebene orale Blutgefässring ist zwar vorhanden, ist aber ein Gebilde, das keineswegs eine Fortsetzung des Septalorganes darstellt. Um das zu erläutern, will ich auch hier wie schon damals (299) an der Hand des nebenstehenden Holzschnittes auseinandersetzen, welche Gebilde und unter welchen Bezeichnungen bis dahin als Blutgefässe der Mundumgebung beschrieben worden waren. Die Figur (vergl. auch III, 2, 3)

stellt einen Schnitt durch einen interradialen Bezirk des Peristoms bei *Asterias rubens* dar. Der von Tiedemann als Blutgefässring beschriebene Kanal ist mit J bezeichnet. Ausser diesem Ringkanale erwähnt Tiedemann noch ein anderes, gleichfalls den Mund umkreisendes, „orangefarbenes Gefäss", das in unserer Figur mit E bezeichnet ist und dessen äussere, bei *Astropecten aurantiacus* lebhaft orangefarbene Wand wesentlich aus dem uns bereits bekannten Ringnerven (s. S. 548) gebildet wird. Greeff entdeckte, dass der Kanal E zu dem Ringnerven in demselben Verhältnisse steht wie der von ihm als Nervengefäss bezeichnete radiale Pseudohämalkanal (= Hyponeuralkanal) zu dem Radialnerven. Er nannte deshalb den Kanal E den oralen „Nervengefässring" im Gegensatze zu dem Kanale J, der bei ihm oraler „Blutgefässring" heisst. Hoffmann kannte ebenfalls die beiden Kanäle J und E, rechnete sie beide zum Blutgefässsystem und bezeichnete den Kanal J als medialen, den Kanal E als lateralen oralen Blutgefässring. Teuscher übertrug die von Greeff für den Kanal E gebrauchte Benennung „Nervengefässring" auf den Kanal J und nannte dafür den Kanal E „Nervengefässkammerring". Lange schloss sich in der Auffassung der beiden Kanäle an Greeff an und wendete demzufolge auf den Kanal J den Namen „Blutgefässring" an.

Bei meinen Untersuchungen stellte sich heraus, dass zwischen den beiden Kanälen J und E im Inneren der dieselben trennenden Scheidewand ein dritter Kanal oder besser gesagt ein strangförmiges System von Kanälen den Mund umkreist. Dieser Strang, dessen Lumina in unserem Holzschnitte mit B bezeichnet sind, ist es, in den sich das ventrale Ende des Septalorganes fortsetzt. Derselbe war bis dahin entweder ganz übersehen oder nicht in seiner wahren Natur als Fortsetzung des Septalorganes erkannt worden. Schon Tiedemann erwähnte bei *Astropecten aurantiacus* einen „weissen Ring", der, wenn man das „orangefarbene Gefäss" (= N + E in unserem Holzschnitt) entfernt habe, an dem äusseren Rande des Kanales J sichtbar werde. Damit ist nichts anderes gemeint als unser Kanalsystem B mitsammt der dasselbe in sich einschliessenden Scheidewand. Auch die Notiz von Greeff (182): „An der inneren Wandung des oralen Gefässringes, in das Lumen desselben hineinragend, sieht man sehr häufig bei guten Durchschnitten eine wulstartige Verdickung, anscheinend mit einer inneren Höhlung. Dieser, also innerhalb des Gefässes liegende Strang oder Schlauch hängt möglicherweise mit dem kiemenartigen Organ, das neben dem Steinkanal verläuft, zusammen", kann nur auf das Kanalsystem B bezogen werden. Endlich zeichnete auch Teuscher in einer seiner Abbildungen an der Scheidewand zwischen E und J zwei kleine, in den Kanal J vorspringende wulstige Erhebungen ohne sie indessen näher zu erläutern. Sie sind offenbar identisch mit der von Greeff angegebenen „wulstartigen Verdickung".

Den Greeff'schen Angaben konnte ich (299) hinzufügen, dass man die mit B bezeichneten Räume nicht nur sehr häufig, sondern bei *Asterias rubens* und *Astropecten aurantiacus* stets an guten Verticalschnitten

begegnet, dass man sie ferner auch an Horizontalschnitten durch das Peristom findet und sich dadurch überzeugt, dass es sich hier in Wirklichkeit um ein den Mund umkreisendes Gebilde handelt. Ueberdies lässt sich an solchen Schnitten wie auch durch macroscopische Präparation grosser Exemplare von *Astropecten aurantiacus* feststellen, dass das in Rede stehende Ringorgan thatsächlich, was Greeff nur vermuthete, eine Fortsetzung des Septalorganes ist. Auch die innere Höhlung, von der Greeff spricht, ist wirklich in dem Organe B enthalten, aber sie ist keine einfache, sondern man sieht auf demselben Querschnitte gewöhnlich zwei oder drei Lumina nebeneinander. An Horizontalschnitten durch das Peristom oder, wenn man eine Strecke weit die zwischen J und E befindliche, das Organ B tragende Scheidewand ausschneidet und sich so das Organ B von der Fläche zur Ansicht bringt, erkennt man, dass dasselbe aus einer geringen Anzahl geflechtartig miteinander verbundener Räume besteht. In der bindegewebigen Structur ihrer Wandung und in der Gestalt ihrer Inhaltszellen stimmen diese Räume ganz mit jenen überein, die wir im Innern des Septalorganes kennen gelernt haben. Es verläuft also in der zwischen den Kanälen J und E gelegenen Scheidewand eine Fortsetzung des Septalorganes.

Nachdem ich diese Beobachtungen veröffentlicht hatte (299), haben sich verschiedene Forscher mit der Angelegenheit beschäftigt. Zunächst Perrier und Poirier (422), die das Ringorgan B (bei *Asterias rubens* und *glacialis*) rundweg als nicht vorhanden erklärten.

Aber schon der nächste Forscher, Hamann (212), konnte (bei *Asterias rubens*) meine Angaben vollständig bestätigen. Alsdann gab auch Perrier (414) (bei *Asterias hyadesi*) wenigstens zu, dass das ventrale Ende des Septalorganes an die die Kanäle J und E trennende Scheidewand herantritt. Cuénot (93) gelangte zu demselben Ergebnisse und behauptete mit aller Bestimmtheit, dass trotz dieser Verbindung des Septalorganes mit der Scheidewand diese letztere durchaus solide sei und dass die von mir darin gesehenen Räume keine Fortsetzungen des Septalorganes, sondern Kunstproducte darstellen. Diese ablehnende Auffassung gab er aber drei Jahre später (99) selbst auf und bestätigte nunmehr, durch neue Beobachtungen an *Asterias rubens, glacialis* und *tenuispina*, dass bei diesen Arten das von mir beschriebene, vom Septalorgan herkommende und in der Scheidewand gelegene Ringorgan B (sein „anneau plastidogène *oral*“) wirklich vorhanden ist (VII, 1) und in Bau und Inhalt völlig mit dem Septalorgan übereinstimmt. Indessen gab er das Auftreten dieses Ringorganes nur für die Gattung *Asterias* zu, indem er für die übrigen Seesterne an seiner (übrigens durch keine neuen Beobachtungen gestützten) früheren ablehnenden Ansicht festhielt. Ich kann es nur mit Befriedigung hinnehmen, dass meine Angaben nun endlich auch von Seiten der französischen Forscher nach langem, nicht durch mich verschuldeten Leugnen als zutreffend anerkannt worden sind, und hege kaum mehr einen Zweifel daran, dass die Dinge sich bei weiteren Untersuchungen auch für die

Gattung *Astropecten* und die meisten, wenn nicht alle, übrigen Seesterne in demselben Sinne klären werden, wie es für die Gattung *Asterias* geschehen ist*).

3. Die Radialstränge.

Lange (276) und Teuscher (536) haben gleichzeitig und unabhängig voneinander in dem verticalen Septum, das den nach innen vom Radialnerven, zwischen diesem und dem radialen Wassergefäss, gelegenen Pseudohämalkanal der Länge nach durchzieht, einen gefässartigen Raum (III, 1) entdeckt, den Teuscher das „Centralnervengefäss" nannte. Teuscher stellte das Vorkommen dieses Organes bei mehreren Gattungen (*Astropecten*, *Luidia*, *Ophidiaster*, *Echinaster*, *Asterina*) fest, leugnete aber entschieden, dass auch die Gattung *Asterias* (*A. rubens* und *tenuispina*) damit ausgestattet sei. Indessen gerade bei *Asterias* (*A. rubens*) hatte Lange zur selben Zeit das gleiche Gebilde aufgefunden und meine eigenen Beobachtungen (299) stimmten damit überein. Sonach kam ich zu dem Schlusse, dass es sich hier um eine allen Seesternen gemeinsame Einrichtung handle. Meine Untersuchungen zeigten ferner, dass das in Rede stehende Radialorgan einen geflechtartigen Bau besitzt, indem man auf dem Querschnitt durch dasselbe bald ein, bald mehrere Lumina antrifft. Auch konnte ich feststellen, dass das Radialorgan direct aus dem oralen, mit dem Septalorgan zusammenhängenden Ringe entspringt und im feineren Baue seiner Wandung und seines Inhaltes mit dem Ringorgan und dem Septalorgan übereinstimmt. Diese Beobachtungen haben bei den späteren Forschern ein ähnliches Geschick gehabt wie meine Angaben über das Ringorgan: erst wurden sie als unrichtig hingestellt und schliesslich als zutreffend anerkannt. Auch hier waren es Perrier und Poirier (422), die einfach erklärten, das von Lange, Teuscher und mir beschriebene Gebilde existire gar nicht (bei *Asterias*). Aber schon Hamann (212) bestätigte sein Vorkommen bei *Asterias rubens* und ebenso Cuénot (93, 99) bei derselben Gattung. Für *Echinaster*, *Asterina*, *Gymnasteria*, *Astropecten* und *Luidia* jedoch glaubte Cuénot auf Grund seiner Untersuchungen das Vorhandensein des Organes in Abrede stellen zu müssen; die bezüglich der Gattungen *Astropecten*, *Luidia*, *Echinaster* und *Asterina* entgegenstehenden Angaben von Teuscher suchte er auf eine ungeeignete Conservirung und Behandlung des Untersuchungsmateriales zurückzuführen. Da aber zur gleichen Zeit Vogt und Yung (562) die Richtigkeit der Teuscher'schen Befunde gerade für eine der hier in Betracht kommenden Gattungen *Astropecten* bestätigen, so müssen wohl auch für die übrigen von Cuénot genannten Gattungen neue Untersuchungen angestellt werden, um endgültig darzuthun, ob wirklich, wie er meint, das uns hier beschäftigende

*) Vor kurzem hat auch für *Asterina* Russo sich im Gegensatze zu Cuénot von der Richtigkeit meiner Angabe überzeugt (Atti R. Accad. Scienze fis. e mat. Napoli, 2. Ser. Vol. VI, Nr. 14. Napoli 1894).

radiale Organ nur den Asteriiden oder, wie mir scheint, den meisten oder allen Seesternen zukommt*).

Während seines Verlaufes entsendet das radiale Organ in der Richtung zu jedem Füsschen einen Seitenzweig, der im Inneren einer entsprechenden seitlichen Fortsetzung des verticalen Septums verläuft und sich bis an die Basis des Füsschens verfolgen lässt. Nachdem Teuscher (536) diese Seitenäste bei *Astropecten* entdeckt und ich (299) sie auch bei *Asterias* gefunden hatte, ist ihr Vorkommen bei der letztgenannten Gattung durch Hamann (212) bestätigt worden. Cuénot (99) dagegen stellt sie bei allen Seesternen durchaus in Abrede.

4. Der aborale Ring.

Was das dorsale Ende des Septalorganes anbetrifft, so war Delle Chiaje (83) der Ansicht, dass es sich am adcentralen Rande der Madreporenplatte nach aussen öffne. Wie aber alle späteren Untersuchungen gezeigt haben, ist eine derartige Oeffnung in Wirklichkeit niemals vorhanden. Ganz unentschieden äusserte sich Hoffmann (232), indem er es dahingestellt sein lässt, ob das Organ ein blindes Ende besitze oder mit einer offenen Mündung sich in den schlauchförmigen Kanal ergiesse. Letzteres ist jedoch ebensowenig zutreffend, wie die Meinung von Teuscher, dass sich das Organ „in die hervorragende Spitze“ des interbrachialen Septums befestige. Bei *Asterias*, *Astropecten* und *Asterina* konnte ich (299) feststellen, dass das Organ mit seinem Endabschnitt in die kleine Höhle eintritt, in der sich die Ampulle des Steinkanales (s. S. 563) befindet und die selbst nur eine Fortsetzung des schlauchförmigen Kanales darstellt. Der Endabschnitt durchsetzt diese Höhle und befestigt sich schliesslich an deren Wand in der Richtung nach dem Scheibencentrum hin. Wie im schlauchförmigen Kanal, so ist das Organ auch in jener Höhle durch eine bindegewebige Membran nach Art eines Mesenteriums aufgehängt. Ob aber von der Endbestigung des Organes aus seine Substanz sich noch weiter in das Innere der dorsalen Körperwand fortsetzt, konnte bisher nicht sicher ermittelt werden.

Kurz vor seiner dorsalen Endigung gibt das Septalorgan ein an der Innenseite der Rückenwand des Körpers liegendes aborales Ringorgan ab, das in abgerundet pentagonalem Verlaufe so angeordnet ist, dass seine Ecken in die Richtung der Interradien fallen. Dieses aborale (dorsale) Ringorgan befindet sich im Inneren eines pseudohämalen, denselben Verlauf nehmenden Ringkanales (s. S. 618), der mit dem schlauchförmigen Kanale communicirt und dessen Fortsetzung bildet. Schon Greeff (184) hatte die Angabe gemacht, dass er in dem dorsalen pseudohämalen Ringkanale (er nennt ihn den „dorsalen Blutring“) bei *Asterias rubens* einen lappigen Wulst gesehen habe, der an der der Leibeshöhle zugekehrten Wand des Kanales befestigt sei und einen continuirlichen Strang darstelle, der

*) Für *Asterina* hat diesen Nachweis bereits Russo (l. c.) vor kurzem erbracht.

den ganzen Kanal durchziehe und mit dem Septalorgane zusammenhänge. Ich (299) konnte diese Angabe bestätigen und hinzufügen, dass namentlich bei grösseren Arten, z. B. *Astropecten aurantiacus*, jener Strang in seinem geflechtartigen Bau mit den ventralen Fortsetzungen des Septalorganes übereinstimmt. Das Gleiche fand Hamann (212); doch glaubte er, von den Räumen, die auf einem Querschnitte durch das dorsale Ringorgan (VII, 2) zu sehen sind, einen, der am meisten centralwärts liegt, als etwas von den übrigen Verschiedenes, als ein besonderes Organ für sich, ansehen zu müssen, das er als den „excretorischen Kanal“ bezeichnete. Im Inneren der Räume des dorsalen Ringorganes fand er an Stelle eines deutlichen Epithels eine unregelmässige Ausfüllung von Zellen. Die Gründe aber, die Hamann dafür vorbringt, dass sein „excretorischer Kanal“ von den übrigen Räumen des dorsalen Ringorganes wesentlich verschieden sei, erscheinen mir so wenig stichhaltig, dass ich bei der Meinung bleiben muss, es sei jener „excretorische Kanal“ nichts Anderes als der am meisten centralwärts gelegene Raum unseres dorsalen Ringorganes selbst. Cuénot (93, 99) bestätigte ebenfalls meine Befunde. Bei jungen Thieren liegt das aborale Ringorgan (sein „cordon génital“) nach seinen Beobachtungen ganz lose in seinem Pseudohämalkanal und befestigt sich erst später an dessen Wand. Mitunter, namentlich bei *Echinaster sepositus*, bemerkte er, dass das Ringorgan mit sammt seinem Pseudohämalkanal sich zwischen den interbrachialen Septen in zwei oder drei nebeneinander laufende Stränge aufgelöst hatte. Oberflächlich ist nach ihm das dorsale Ringorgan von einem Pflasterepithel bekleidet und im Inneren ebenso gebaut, wie das Septalorgan, von dem es herkommt.

5. Die Genitalstränge.

Von dem aboralen Ringorgan geht nach meinen Beobachtungen (299) jederseits von jedem interbrachialen Septum ein distal gerichteter Strang ab, der zu den Geschlechtsorganen läuft (s. S. 595) und demgemäss als Genitalstrang zu bezeichnen ist. An den Geschlechtsschläuchen angelangt, setzt sich das einfache oder mehrfache Lumen des Stranges in den lacunären Raum (Blutsinus) fort, den wir (s. S. 599) zwischen den beiden Bindegewebslamellen der Genitalwandung angetroffen haben. Auf seinem ganzen Wege vom aboralen Ringorgane bis zu den Geschlechtsorganen ist jeder Genitalstrang von einem Pseudohämalkanal umflossen, der von dem aboralen pseudohämalen Ringkanale entspringt und an der Basis der Genitalschläuche endigt. Ebenso wie das Ringorgan, so ist auch der Genitalstrang durch ein bindegewebiges Aufhängeband an die Wand seines Pseudohämalkanales befestigt. Hamann (212) hat diese Angaben bestätigen können, wenn er auch der Meinung ist, dass die Lacune in der Wand der Genitalschläuche nicht nur mit dem Genitalstrange selbst, sondern auch mit dessen pseudohämalem Umhüllungskanale communicire. Auch Perrier (414) und Cuénot (92) haben sich von der Existenz der Genitalstränge und ihrer durch das aborale Ringorgan vermittelten Abkunft von

dem dorsalen Theile des Septalorganes überzeugt. Indessen ist Cuénot der Ansicht, dass die Genitalstränge sich nicht in die Lacune der Genitalwandung, sondern in das innere, die Geschlechtszellen producirende Lumen der Genitalschläuche fortsetzen und dass demzufolge die Geschlechtsorgane eigentlich nur Endanschwellungen der Genitalstränge darstellen, in denen die Geschlechtszellen aus den Inhaltszellen des Genitalstranges ihre Entstehung nehmen. In Uebereinstimmung mit seinen Befunden am aboralen Ringorgan gab Cuénot (93, 99) ferner an, dass auch die Genitalstränge bei dem jungen Thiere lose in ihren Pseudohämalkanälen liegen und sich erst später an deren Wand befestigen. Der fertige Genitalstrang bietet, wie auch ich bereits bemerkt hatte, auf seinem Querschnitte einen gelappten Umriss dar; sein Inneres ist durch bindegewebige Stränge in mehrere Lumina getheilt, in denen sich dieselben Inhaltszellen mit sammt derselben gerinnungsfähigen Flüssigkeit vorfinden wie im aboralen Ringorgan und im Septalorgan.

6. Die Darmstränge.

An derselben Stelle, an der das Septalorgan das aborale Ringorgan abgibt, entspringen von ihm noch zwei andere Stränge (ich 299), die die Wand des schlauchförmigen Kanales durchbrechen, dadurch frei in die Leibeshöhle gelangen und nun in der Richtung nach dem Mittelpunkte der Scheibe verlaufen. Bevor sie aber das Scheibencentrum erreichen, treten sie an die Wand des Magens heran um in diese einzudringen. Sie zeigen ebenfalls einen geflechtartigen Bau, der durchaus mit dem des Septalorganes übereinstimmt. Wir wollen sie einstweilen als die Darmstränge bezeichnen. Bei *Asterias rubens* L. sind sie in ihrem Anfangsstücke weit stärker entwickelt als bei *Astropecten aurantiacus* (L), sodass sie nicht ein einfach strangförmiges, sondern ein unregelmässig gelapptes Aussehen darbieten. Greeff und Hoffmann haben bei derselben Art den auf den gelappten Anfangstheil folgenden feineren fadenförmigen Abschnitt übersehen und infolgedessen jenen Anfangstheil als ein besonderes frei in die Leibeshöhle hängendes, drüsenförmiges Organ beschrieben, von dem Greeff (182) wenigstens vermuthet, dass es mit dem Septalorgane zusammenhänge, während Hoffmann (232) diese leicht zu constatirende Verbindung sogar für unwahrscheinlich erklärte. Einen besseren Erfolg hatten die Untersuchungen Hamann's (212). Es gelang ihm den weiteren Verlauf der Darmstränge in der Wand des Magens nachzuweisen. Die Stränge lösen sich im Inneren der Magenwand in einen Plexus auf, der sich in der Bindegewebeschicht der Magenwand ausbreitet und daselbst einfache, miteinander communicirende Lücken des Bindegewebes darstellt, die er als „Darmlacunen“ bezeichnete. Von allen anderen Fortsetzungen des Septalorganes unterscheiden sich die Darmstränge dadurch, dass sie von keinem besonderen pseudohämalen Kanale umhüllt werden; da sie frei durch die Leibeshöhle hindurchgehen, so stellt diese selbst die pseudohämale Umhüllung für sie dar. Cuénot (92, 93) dehnte die Unter-

suchungen auf eine grössere Anzahl von Gattungen aus und konnte dadurch feststellen, dass in der Regel zwei Darmstränge vorhanden sind (so bei *Culcita, Asterina, Astropecten, Asterias rubens*), dass es aber auch Formen mit nur einem Darmstrange *(Luidia)* sowie solche gibt, bei denen ihre Zahl mitunter statt der regelmässigen zwei eine grössere (drei oder vier) werden kann *(Asterias glacialis);* auffallend schwach entwickelt fand er die beiden Darmstränge bei *Echinaster* und *Cribrella*. Er lässt aber ähnlich wie Greeff und Hoffmann die Stränge frei in der Leibeshöhle endigen, also nicht mit dem Darme in Verbindung treten, und nennt sie die Drüsenfortsätze („processus glandulaires") des Septalorganes (seiner „glande ovoïde"). Seine Drüsenfortsätze sind also identisch mit dem, was ich oben die gelappten Anfangsstücke der Darmstränge nannte. Auch noch in seiner letzten Arbeit (99) stellt er eine Verbindung derselben mit dem Magen völlig in Abrede. Demgegenüber hatte aber schon Perrier (414) bei seiner *Asterias hyadesi* ihren Zusammenhang mit dem Magen bemerkt, und neuerdings hat Russo*) gezeigt, dass (bei (*Asterina gibbosa* Penn.) die Darmstränge sich thatsächlich mit dem Darmsystem in Verbindung setzen. Doch unterscheiden sich seine Angaben insofern von denen aller seiner Vorgänger, als er die Darmstränge nicht nur im Interradius des Steinkanales, sondern in jedem Interradius antraf und sie am Magen an die Abgangsstellen der radialen Blinddärme herantreten lässt; auf solche Weise erhält jeder radiale Blinddarm einen besonderen Strang, der vom aboralen Ringorgan herkommt; die beiden zu einem Paare der Blinddärme gehörigen Stränge verbinden sich überdies durch eine Commissur.

7. Die Inhaltsflüssigkeit.

Die Inhaltsflüssigkeit aller im Vorstehenden beschriebenen Organe stimmt mit der S. 578 besprochenen Inhaltsflüssigkeit des Wassergefässsystemes überein, besteht also aus einer klaren, farblosen Flüssigkeit, in der gerinnungsfähige, eiweissartige Stoffe gelöst sind, und enthält zahlreiche, amöboide und sich mehr oder weniger mit Pigment beladende Zellen, die wir bei Besprechung des Septalorganes (s. S. 607) näher kennen gelernt haben.

8. Offene Verbindungen

mit anderen Räumen des Seesternkörpers konnten bis jetzt an dem in Rede stehenden Organsystem nirgends nachgewiesen werden. Ebensowenig ist es gelungen offene Mündungen desselben in die Aussenwelt aufzufinden. Hamann wollte allerdings einem Theile des aboralen Ringorganes die Bedeutung eines excretorischen Apparates (s. S. 613) beilegen und vermuthet, dass eine Einmündung desselben in die Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane bestehe; indessen gelang es ihm so wenig wie

*) A. Russo, Contribuzione alla genesi degli organi negli Stelleridi (Atti R. Accad. Scienze fis. e mat. Napoli, 2. Ser., Vol. VI, Nr. 14, Napoli 1894).

Anderen den Beweis hierfür zu erbringen. Vogt und Yung (562) sprechen die andere Vermuthung aus, dass zwischen dem vorliegenden Organsysteme und dem Cölom ein Zusammenhang vorhanden sei — aber auch das ist eben nur eine Vermuthung.

9. Schlussbemerkung über das Blutgefässsystem.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich meines Erachtens der unabweisliche Schluss, dass das hier behandelte Organsystem ein in sich zusammenhängender, von allen anderen Organen wohl unterschiedener Bestandtheil der Seestern-Organisation ist, wie ich (299) das schon vor 18 Jahren zuerst gefunden habe und wie jetzt auch von den anfänglichen Gegnern meiner Angaben, zum Theil nach langem Widerstreben und auch nur indirect, zugestanden wird. Den Versuch von Hamann, das ganze einheitliche Organsystem in zwei heterogene Theile, einen „lacunären“ und einen „excretorischen“, auseinanderzureissen (s. S. 613), halte ich für ebenso missglückt, wie das Verfahren von Cuénot (93), der bei der von ihm vorgeschlagenen Dreitheilung der „Berieselungsräume“ (= cavités d'irrigation) das offenbare Centralorgan des ganzen Systemes, nämlich das Septalorgan, zu der ersten, d. h. enterocölen Gruppe der Berieselungsräume stellt, die radialen Stränge aber erst in der dritten, d. h. lacunären Gruppe aufführt. Eine solche Eintheilung erschwert nur dem Leser die Auffassung der thatsächlichen Verhältnisse, die lange nicht so verwickelt liegen, wie es nach den vielen Worten, die darüber geschrieben worden sind, scheinen könnte. Die verschiedenen Bezeichnungen, die man für das ganze Organsystem und seine einzelnen Theile in Anwendung gebracht hat, haben auch dazu beigetragen der Sache einen unklaren Schleier umzuhängen, der dem Lernenden hinderlich in den Weg tritt. Wäre man bei meiner Bezeichnung „Blutgefässe“ geblieben, statt bald von lacunären, bald von plastidogenen, dann wieder von chromatogenen und von excretorischen Organen, von Genitalsträngen, von Berieselungsräumen und von Lymphdrüsen zu reden, so hätte sich die Klarlegung des Thatsächlichen gewiss schneller und einfacher vollzogen. Auch jetst noch halte ich die Bezeichnung „Blutgefässe“ oder allenfalls „Lymphgefässe“ für die beste (im Kapitel Physiologie werden wir darauf zurückkommen) und werde demnach von nun an das oben sogenannte Septalorgan wieder das Centralgeflecht des Blutgefässsystemes nennen. Das orale Ringorgan nennen wir von jetzt ab den oralen Blutgefässring, die Radialstränge radiale Blutgefässe, das aborale Ringorgan den aboralen Blutgefässring, die Genitalstränge die Genitalblutgefässe und die Darmstränge die Darmblutgefässe.

XI. Die Pseudohämalräume und das Kanalsystem der Haut.

Die hier als Pseudohämalräume benannten Gebilde habe ich früher (299) als Perihämalräume bezeichnet und damals den Nachweis erbracht, dass sie es sind, auf die sich alle Angaben der früheren Forscher, in denen sie von „Blutgefässen“ sprechen, beziehen. Sie bilden ein sich

zusammenhängendes Raumsystem, das aus einem schlauchförmigen interradialen Kanal, einem aboralen und einem doppelten oralen Ringkanale als den centralen Theilen besteht, von denen peripherische Kanäle zu den Genitalorganen und Ambulacralfurchen ausgehen. Ferner stehen die pseudohämalen Räume mit einem besonderen System von Hautkanälen in Zusammenhang, von denen sie sich jedoch entwicklungsgeschichtlich dadurch unterscheiden, dass sie selbst (wie wir bei der Entwicklungsgeschichte der Organe sehen werden) enterocöler Abkunft sind, während die Hautkanäle schizocöle Bildungen darstellen.

1. Die Pseudohämalräume.

Der den Steinkanal und das Centralgeflecht des Blutgefässsystemes umschliessende schlauchförmige Kanal liegt im Inneren des unter der Madreporenplatte befindlichen Interbrachialseptums und verläuft von der Unterseite dieser Platte bis zum Peristom. Schon Tiedemann (544) beschrieb ihn als die Höhle des sichelförmigen Bandes (= Interbrachialseptums), Joh. Müller (370, 1849) als die interradiale Höhle und Greeff (182) nannte ihn „die häutige sackartige Erweiterung“. Die Bezeichnung „schlauchförmiger Kanal“ rührt von Hoffmann (232) her, dem die späteren Autoren folgten, bis die französischen Forscher (Perrier und Cuénot) dafür den Namen Axialsinus (wohl auch Drüsensinus „sinus glandulaire“) einführten. Er stellt einen ziemlich geräumigen Kanal dar, an dessen Innenwand Steinkanal und Centralblutgeflecht in der S. 605 angegebenen Lagebeziehung befestigt sind. Sein dorsales Ende setzt sich unter der Madreporenplatte in die kleine Höhle fort, in der sich der dorsale Endabschnitt des Centralblutgeflechtes und die Ampulle des Steinkanales befinden. Seine im Uebrigen von dem bindegewebigen Interbrachialseptum gebildete Wand ist auf ihrer ganzen inneren Oberfläche, wie Hoffmann (232) und Hamann (212) übereinstimmend angeben, von einem einschichtigen Wimperepithel bekleidet, das nach Hamann aus abgeplatteten bis cubischen Zellen besteht, die denen des Peritonealepithels gleichen.

Hamann ist der irrthümlichen Meinung, dass der schlauchförmige Kanal dort, wo er von den austretenden Darmblutgefässen durchbrochen wird (s. S. 614), in offener Verbindung mit der Leibeshöhle stehe. Auch die von Vogt und Yung (562) und von Perrier (414, 418) behaupteten Oeffnungen, durch welche der schlauchförmige Kanal mit dem Steinkanale communiciren soll, sind entweder gar nicht oder jedenfalls nicht bei den erwachsenen Thieren vorhanden (s. S. 564). Ueber das angebliche Einmünden eines Teiles der Porenkanälchen der Madreporenplatte in den schlauchförmigen Kanal verweise ich gleichfalls auf das früher Gesagte (s. S. 569—570).

Zur Umhüllung des aboralen Blutgefässringes entsendet der schlauchförmige Kanal, den man auch als den Pseudohämalraum des Centralblutgeflechtes bezeichnen kann, an seinem dorsalen Ende einen uns

schon bekannt gewordenen (s. S. 612) Kanal, der demgemäss denselben Verlauf nimmt wie der aborale Blutgefässring selbst. Dieser aborale Pseudohämalring ist dasselbe Gebilde, das Greeff (184) und Hoffmann (232) als den „dorsalen oder analen Blutgefässring" bezeichnet hatten; Cuénot (91) nannte denselben wegen seiner pentagonalen Form das „Blutpentagon" des Rückens oder den „aboralen Sinus". An dem Innenrande eines jeden Interbrachialseptums geht der aborale Pseudohämalkanal mit dem von ihm umschlossenen Blutgefässe gewöhnlich in Form einer kleinen, schlingenförmigen, mit der Convexität nach dem Scheibencentrum gerichteten Biegung um den Rand des Septums herum oder er durchbohrt denselben. Ebendort entsendet der Kanal jederseits von dem Septum einen das Genitalblutgefäss beherbergenden Ast, der sich an der Rückenwand des Armes bis zu den Genitalschläuchen verfolgen lässt (s. S. 613). Diese Pseudohämalkanäle der Genitalblutgefässe hatte Tiedemann (544) für die eigentlichen Blutgefässe der Geschlechtsorgane gehalten und auch Greeff und Hoffmann waren dieser Ansicht gefolgt. Hamann, Perrier und Cuénot aber konnten sich von der Richtigkeit meiner Entdeckung (299), dass es sich hier um Umhüllungsräume der eigentlichen, von den früheren Forschern übersehenen Genitalgefässe („Genitalstränge") handele, überzeugen (s. S. 613). Cuénot (93, 99) führte für diese pseudohämalen Räume die Bezeichnung „Genitalsinus" ein und lässt sie ebenso wie den sie abgebenden aboralen Pseudohämalring von einem wimpernden Pflasterepithel ausgekleidet sein, das eine Fortsetzung desselben Epithels des schlauchförmigen Kanales ist.

Das ventrale Ende des schlauchförmigen Kanales mündet in einen den Mund umkreisenden Kanal, den wir bereits bei Betrachtung des oralen Blutgefässringes (s. S. 608) kennen gelernt und in der dort gegebenen Abbildung mit J bezeichnet haben. Tiedemann hatte diesen oralen Pseudohämalring, den wir zum Unterschiede von dem anderen gleich zu erwähnenden den inneren nennen wollen, für den eigentlichen „Blutgefässring" gehalten. Hoffmann (232) nannte ihn den „medialen oralen Blutgefässring", Greeff (182) den „oralen oder ventralen Blutgefässring", Teuscher (536) den „Nervengefässring"; bei Cuénot (93, 99) heisst er „innerer Oralsinus". Sein offener Zusammenhang mit dem schlauchförmigen Kanal war schon durch Greeff's und Hoffmann's Injectionsbefunde sehr wahrscheinlich geworden, wurde aber doch erst von Teuscher (536) mit aller Bestimmtheit festgestellt. Cuénot (93) gibt an, dass der innere orale Pseudohämalring mitunter, aber nicht constant, einige kurze Aeste in die Bindegewebsschicht der Mundhaut entsendet.

Der andere den Mund umkreisende Kanal, den wir früher mit E bezeichnet hatten (s. S. 608), liegt etwas weiter nach aussen und ist von dem inneren oralen Pseudohämalringe nur durch das den oralen Blutgefässring tragende Septum geschieden. Wir nennen ihn also den äusseren oralen Pseudohämalring. Er ist identisch mit Tiedemann's (544) „orangefarbenen Ringgefäss", mit Hoffmann's (232) „lateralem

oralem Blutgefässring", mit Greeff's (182) „Nervengefässring", mit Teuscher's (536) „Nervengefässkammerring" und mit Cuénot's (93, 99) „äusserem Oralsinus". Die beiden oralen Pseudohämalringe sind von demselben wimpernden Plattenepithel ausgekleidet wie der schlauchförmige Kanal. Durch das zwischen ihnen befindliche Septum wird keine völlige Trennung der beiden oralen Pseudohämalringe herbeigeführt; bald hier, bald dort findet sich eine Lücke in dem Septum, durch welche die Lumina beider Ringkanäle miteinander in Verbindung treten.

Von dem äusseren oralen Pseudohämalringe entspringt in der Medianrichtung eines jeden Radius ein Kanal, der unmittelbar nach innen von dem Radialnerven zwischen diesem und dem Radialkanal des Wassergefässsystemes verläuft und erst in der Nähe der Armspitze endigt. Diesem radialen Pseudohämalkanale sind wir schon bei Betrachtung der Radialnerven (s. S. 546, 549, 556), wo ich ihn Hyponeuralkanal nannte) und des radialen Blutgefässes (s. S. 611) begegnet. Er war schon Tiedemann (544) bekannt, der ihn als „orangefarbenes Gefäss" beschrieb. Greeff (182) bezeichnete ihn als das „radiale Nervengefäss", während Hamann (212) ihn den „medianen Schizocölraum" des Armes und Cuénot (93, 99) den „Radialsinus" nannte. Seine erste nähere Beschreibung verdanken wir Greeff. Dieser Forscher gibt zunächst an, dass der radiale Pseudohämalkanal durch eine senkrechte Scheidewand, die ihrerseits eine Fortsetzung des zwischen innerem und äusserem oralen Pseudohämalring befindlichen Septums ist, in zwei nebeneinander veraufende Kanäle getheilt wird. Diese Angabe wurde von Hoffmann (232), Teuscher (536) und Lange (276) bestätigt. Greeff sah ferner, dass (bei *Asterias rubens*) die senkrechte Scheidewand nach oben (dorsalwärts) vor ihrer Insertion an die dorsale Wand des radialen Pseudohämalkanales noch nach rechts und links eine Membran abgibt, die quer durch das Lumen der rechten bez. linken Hälfte des Pseudohämalkanales zieht. Er ist infolgedessen der Meinung, dass durch die erwähnten Scheidewände der ganze Pseudohämalkanal in vier Kanäle getheilt werde: zwei grössere untere und zwei kleinere obere. Hoffmann aber stellte die Sache anders dar. Nach ihm setzt sich überhaupt das verticale Septum nicht an die dorsale (obere) Wand des Pseudohämalkanales fest, sondern fährt vorher in zwei Lamellen auseinander, die sich dann in der rechten und linken oberen Ecke des Pseudohämalkanales inseriren. Sonach wird der ganze Pseudohämalkanal nach Hoffmann durch die Septen nicht in vier, sondern nur in drei Räume zerlegt, einen mittleren oberen (sein „medialer Hauptstamm") und zwei seitliche untere (seine „medialen Nebenstämme"). Während nun die Greeff'sche Behauptung von der Existenz von vier Kanälen, wie aus den gleich zu erwähnenden Untersuchungen von Teuscher und Lange sowie meinen eigenen (299) hervorgeht, sich auf richtige, aber unzureichende Beobachtungen stützt, liegen der Hoffmann'schen Angabe falsche Beobachtungen zu Grunde: niemals findet man auf Querschnitten durch die Armrinne einer *Asterias*

rubens die von Hoffmann angegebene Dreitheilung des Pseudohämalkanales*). Einen gemeinsamen Fehler haben Greeff und Hoffmann darin begangen, dass sie die von dem verticalen Septum abtretenden queren Septen sich durch die ganze Länge des Armes erstrecken liessen, während diese Septen, wie Lange und Teuscher zuerst nachgewiesen haben und ich bestätigen konnte, nur zwischen je zwei Wirbeln sich finden, entsprechend den zu den Füsschen gehenden Seitenzweigen der radialen Blutgefässe sowie den in denselben Bezirken liegenden Seitenästen der Radialkanäle des Wassergefässsystemes. Man erkennt dies Verhalten am leichtesten an horizontalen Schnitten (VI, 11) durch den Arm. Zugleich erkennt man an solchen Schnitten, aber auch an Querschnitten (III, 1), dass das verticale Septum, wenigstens bei *Asterias rubens* in der Höhe des eingeschlossenen radialen Blutgefässes eine horizontale Verbreiterung besitzt, die an der Basis der queren Septen an Breite zunimmt und wohl den Anlass zu der eben besprochenen Auffassung von Greeff und Hoffmann gegeben hat. Wir wollen sie das horizontale Septum nennen. Dasselbe befestigt sich nirgendwo an die seitlichen Wände des Pseudohämalkanales, bringt also auch keine Theilung desselben in gesonderte Kanäle zu Stande.

Nach Teuscher und Lange soll durch das verticale Septum eine vollständige Scheidung der rechten und linken Hälfte des radialen Pseudohämalkanales bewerkstelligt werden. Auch dieser Behauptung vermag ich nicht beizustimmen. Ich finde an einzelnen Stellen den oberen, über dem radialen Blutgefässe gelegenen Theil des Septums von einer Oeffnung durchbrochen, durch welche die rechte und die linke Hälfte des radialen Pseudohämalkanales miteinander in Verbindung treten, und ähnliche Beobachtungen machte Teuscher selbst an *Ophidiaster, Echinaster* und *Asterina*. Bei *Asterias rubens* liegen derartige Durchbrechungen des verticalen Septums stets zwischen den Abgangsstellen je zweier queren Septen, niemals unmittelbar darüber.

Nach Teuscher soll ferner durch die seitlichen queren Septen eine weitere Zerlegung einer jeden Hälfte des radialen Pseudohämalkanales in eine der Anzahl der Wirbel entsprechende Zahl von Kammern zu Stande kommen. Er nennt diese Kammern die Nervengefässkammern, und aus diesem Grunde heisst bei ihm, wie schon oben erwähnt, der äussere orale Pseudohämalring „Nervengefässkammerring“. Jene Kammerräume sind aber in Wirklichkeit nicht gänzlich voneinander gesondert, sondern es sind die seitlichen sie begrenzenden Septen in näherer oder weiterer Entfernung von dem verticalen Septum von der oberen oder unteren Wand dss Pseudohämalkanales losgelöst, wodurch eine Communication der hintereinander gelegenen „Kammern“ ermöglicht wird.

Nach dem Erörterten ist der radiale Pseudohämalkanal ein von mem-

*) Auch Perrier und Poirier (422) haben die Hoffmann'sche Dreitheilung des radialen Pseudohämalkanales als unzutreffend zurückgewiesen.

Dr. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abtheilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Begonnen von

Dr. H. Ludwig,
Professor in Bonn.

Fortgesetzt von

Dr. Otto Hamann,
Professor in Berlin.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

22., 23. u. 24. Lieferung.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1899.

branösen Scheidewänden durchsetzter Hohlraum, der aber trotzdem den Charakter eines einheitlichen Raumes nicht aufgiebt, da die Septen ihn weder seiner Länge nach noch der Quere nach in abgeschlossene kleinere Räume zerlegen. Die Septen dienen nur als Aufhängebänder der in ihnen verlaufenden radialen Blutgefässe und der von diesen abgehenden Seitenzweige (s. S. 612).

Die Auskleidung des radialen Pseudohämalkanales besteht nach meinen (299), Jickeli's (250) und Cuénot's (93) Beobachtungen aus demselben platten einschichtigen Epithel, das uns in den bisher betrachteten pseudohämalen Räumen entgegengetreten war. Hamann (212) dagegen leugnet, dass es sich hier um ein echtes Epithel handle; nach seiner Auffassung, die ihm zugleich zur Stütze der Ansicht dient, dass der radiale Pseudohämalkanal eine schizocöle Bildung sei, stellen die Zellen des Wandbelages ein Endothel dar, das sich aus Bindegewebszellen entwickelt hat. Nachdem aber Macbride*) die Entstehung der radialen Pseudohämalkanäle, entsprechend meiner schon früher (299) geäusserten Vermuthung, als Ausstülpungen der Leibeshöhle nachgewiesen hat, dürfte wohl auch kein Bedürfniss mehr vorliegen in ihre epitheliale Auskleidung den Begriff eines Endothels hineinzudemonstriren.

In seinem ganzen Verlaufe giebt jeder radiale Pseudohämalkanal paarig geordnete Seitenzweige (Cuénot's Quersinus, „sinus transverses") ab, die in ihrer Zahl den Füsschen entsprechen und so entspringen, dass zwischen je zwei Füsschen ein derartiger Seitenzweig zu liegen kommt (VII, 3, 4, 5, 6, 7). Die Seitenzweige nehmen ihren Weg bis zur lateralen Seite der Füsschenbasen, woselbst sie in einen parallel mit der Medianebene des Armes ziehenden Längskanal (Cuénot's Randsinus, „sinus marginal") einmünden. Schon Hoffmann (232) hatte bei *Asterias rubens* die queren Pseudohämaläste sowie den lateralen Pseudohämalkanal (sein „laterales radiales Blutgefäss") gefunden. Hamann (212) bezeichnete den letzteren als den „lateralen Schizocölraum" des Armes und Cuénot (93) zeigte, dass auch bei anderen Arten und Gattungen dieselben Verhältnisse vorliegen. Nach Hoffmann mündet der laterale Pseudohämalkanal in den äusseren oralen Pseudohämalring, während Cuénot eine solche Verbindung nirgends antraf.

Mit der Wand der Füsschen treten die pseudohämalen Räume dadurch in engere Beziehung, dass sie feine Aeste in die Bindegewebeschicht derselben entsenden. Die erste darauf bezügliche Beobachtung rührt von Greeff (182) her, der bei *Asterias rubens* einen Zweig des radialen Pseudohämalkanales in der Füsschenwand antraf. Cuénot stellte das gleiche Verhalten für die Gattungen *Luidia* und *Astropecten* fest, vermisste aber jenen pseudohämalen Zweig bei *Asterina* und *Echinaster*. Dagegen fand er bei allen genannten Gattungen ein anderes feines Pseudohämalkanälchen, das aus dem lateralen Pseudohämalkanale in die Füsschen-

*) The Organogeny of *Asterina gibbosa* (Proceed. Roy. Soc., London 1894, p. 431—436).

wand eindringt (VII, 5, 6). Demnach gibt es Seesterne mit nur einem (VII, 6) und andere mit zwei (VII, 5) pseudohämalen Kanälchen in der Wand der Füsschen. Cuénot konnte diese Kanälchen bis zur Saugscheibe des Füsschens verfolgen, woselbst sie blindgeschlossen endigen.

2. Das Kanalsystem der Körperwand und seine Verbindung mit den Pseudohämalräumen.

Nach aussen von der innersten, die Hautmuskeln (s. S. 508, 544) beherbergenden Cutisschicht befindet sich am Rücken und an den seitlichen Bezirken der Körperwand ein System von Hohlräumen, auf das Greeff (184) zuerst aufmerksam gemacht hat. Nach seinen an lebenden Thieren gewonnenen Injectionsbefunden ist es bei *Asterias rubens* aus dicht beisammen stehenden, bald lacunenartig, bald in einzelnen Kanälen und Netzen verlaufenden Lücken des Cutisgewebes gebildet. Auch Hoffmann (232) hat dieses Kanalsystem bemerkt, denn er spricht von einem lacunenartigen Gefässnetz an der inneren Fläche der Körperwand. Nach meinen Beobachtungen (299) stellt es eigentlich eine einzige grosse Lacune dar, die von zahlreichen, kurzen, bindegewebigen Strängen durchsetzt wird, durch welche die äussere, die Skeletplatten einschliessende Cutisschicht mit der inneren Cutisschicht verknüpft ist. Durch die Stränge wird der ganze Zwischenraum zwischen den beiden Cutisschichten in kleinere, aber unter sich zusammenhängende Räume zertheilt, die in ihrer Gesammtheit das von Greeff aufgefundene Kanalsystem bilden. Ueber die Stränge bemerkt Hamann (212), dass sie muskulöser Natur seien, von der Ringmuskellage des Hautmuskelschlauches ausgehen und an die Kalkstücke der Körperwand herantreten (s. S. 544). Da die Stränge bei ihrer Schwäche leicht durchreissen, so kann man, wie schon Sharpey (490) beobachtet hat, die ganze innere Lamelle der Körperwand von der äusseren fast überall mit Leichtigkeit ablösen. An der Basis jeder Papula (s. S. 590) bildet das Hautkanalsystem einen ringförmigen Raum, der sich zwischen den beiden Bindegewebsschichten der Papula-Wand ausbreitet und keineswegs, wie Cuénot (93) meint, ein Gebilde sui generis ist; das zeigt sich schon darin, dass bei Ablösung der inneren Lamelle der Körperwand die Innenschicht der Papula-Wand sich wie ein Finger aus einem Handschuhe aus der äusseren Papula-Wand herauszieht. Nur im Bereiche der Wirbel gelingt es nicht eine innere Hautlamelle abzulösen. Das erklärt sich daraus, dass die Wirbel nicht wie die übrigen Skeletstücke der Körperwand als Verkalkungen der äusseren, sondern als solche der inneren Hautlamelle ihre Entstehung nehmen. Zwischen den seitlichen Wirbelfortsätzen jedoch lässt sich das Hautkanalsystem weiter verfolgen, wie es sich hier in einen Kanal fortsetzt, der zwischen den Aussenenden je zweier Wirbelstücke in ventraler Richtung hindurchtritt, so an deren Unterseite gelangt und hier in den lateralen Pseudohämalkanal der Ambulacralfurche (s. S. 621) einmündet. Schon Greeff (184) hat diese Verbindungskanäle des Hautkanalsystemes mit den Pseudohämalkanälen durch

Injectionen nachgewiesen und ich selbst (299) konnte ebenso wie später Hamann (212) die Richtigkeit seiner Angabe bestätigen. Demgegenüber behaupten jedoch Perrier und Poirier (422), dass die von den lateralen Pseudohämalkanälen aufsteigenden Verbindungskanäle nicht in ein Hautkanalsystem münden, sondern an der Oberseite der Wirbelfortsätze in offenem unmittelbarem Zusammenhang mit der Leibeshöhle stehen. Obschon bereits Hamann (212) diese Ansicht zurückgewiesen hat, wird sie von Cuénot (93, 99) wiederholt vorgebracht, aber nirgends durch beweiskräftige Beobachtungen gestützt. Cuénot (99) leugnet überhaupt rundweg die Existenz des ganzen von Greeff entdeckten Hautkanalsystemes und meint, Alles, was als solches beschrieben worden sei, beruhe auf künstlichen Zerreissungen in der Innenschicht der Körperwand, hervorgebracht durch ungeeignete Conservirungsmethoden. Dabei übersieht er indessen vor Allem, dass Greeff seine Entdeckung gar nicht an conservirten, sondern an lebenden Thieren gemacht hat, und lässt ferner ausser Acht, dass Hamann die allmähliche Entstehung des Hautkanalsystemes bei jungen Thieren Schritt für Schritt verfolgen konnte (VII, 8). An dem thatsächlichen Vorhandensein des Hautkanalsystemes scheint mir also ebensowenig gezweifelt werden zu können wie an seiner Verbindung mit den Pseudohämalräumen.

Uebrigens wiederholt sich dieselbe Streitfrage hinsichtlich des Zusammenhanges des Hautkanalsystemes mit dem äusseren oralen Pseudohämalringe. Nach Greeff (184) und Hoffmann (232) entsendet der letztere in jedem Interradius einen zwischen den Kalkstücken der Mundecke (oralwärts von dem sog. Odontophor) aufsteigenden Kanal, der sich an dem interbrachialen Septum unter Vergabelung und Verästelung in die Höhe zieht. Greeff lässt die Endäste schliesslich mit dem aboralen Pseudohämalringe in Verbindung treten, während ich mich davon überzeugt zu haben glaube, dass sie sich mit dem Hautkanalsystem vereinigen. Cuénot (93, 99) dagegen behauptet, dass auch jene aufsteigenden Interradialäste des äusseren oralen Pseudohämalringes unmittelbar in die Leibeshöhle führen, erbringt aber auch dafür keinen sicheren Beweis.

(Ludwig.)

XII. Die Leibeshöhle.

Wie wir bei der Schilderung der jungen Larven sehen werden, entsteht die Leibeshöhle in Gestalt zweier Aussackungen, die symmetrisch rechts und links vom Urdarm liegen. Diese Aussackungen schnüren sich entweder vom Urdarm ab und werden zu je zwei gesonderten Blasen, oder aber sie entstehen aus einer anfangs quergelagerten grossen Blase, die sich in den hinteren Theil des Larvenkörpers fortsetzt. In diesem Falle erfolgt die Abtrennung vom Urdarm erst in einem späteren Stadium. In welcher Weise die einzelnen Theile der Leibeshöhle der *Bipinnaria*

den einzelnen Theilen des Cöloms beim entwickelten Seestern entsprechen, ist von den einzelnen Forschern verschieden dargestellt worden. Für unsere Schilderung genügt es, zu wissen, dass die Leibeshöhle eine Enterocölbildung ist und dass das Epithel, welches sie auskleidet, vom Entoderm abstammt. Die Leibeshöhle ist ein Hohlraum, der zwischen der Körperwand und dem Darm liegt. Sie ist bei den Asteriden nicht so geräumig wie bei Holothurien und Echiniden, sondern gemäss der plattgedrückten fünfstrahligen Gestalt der Seesterne zerfällt sie in einen centralen Theil, der hauptsächlich vom Darm, dem Axialsinus und den Geschlechtsorganen ausgefüllt wird, und in die radialen Abschnitte, die in die Arme hineinführen. Sie wird von einer grossen Anzahl von Strängen und Fäden durchsetzt, die die einzelnen Organe in der Leibeshöhle befestigen. Besonders an den radiären Blinddärmen zeigen sie sich in Gestalt von zwei Aufhängemembranen, Mesenterien, entwickelt. Hierzu kommen die Interradialsepta, welche im peripheren Theil der Leibeshöhle liegen.

Die radiären Fortsätze der Leibeshöhle reichen bis zur Spitze der Arme. In ihnen verlaufen die beiden radiären Fortsätze des Magens, bei einzelnen Arten ein Theil der Geschlechtsdrüsen, und endlich ragen in ihr Lumen die Ampullen der radiären Wassergefässe hinein.

Alle Organe, welche in der Leibeshöhle liegen, werden von ein und demselben Epithel überzogen. Am erwachsenen *Asterias rubens* ist es aus cubischen Zellen gebildet, deren Höhe nach Hamann (212) etwa 0,0025 mm beträgt. Die ganze innere Auskleidung des Cöloms wimpert. Jede Zelle scheint nur eine einzige Wimper zu tragen. An jungen Thieren ist das Epithel noch nicht an allen Stellen des Cöloms gleichmässig entwickelt; die Zellen sind mehr abgeplattet und der Zellkern ist von spindliger Gestalt, während er später kuglig geformt ist.

In der Flüssigkeit, die das Cölom erfüllt, trifft man amöboid sich bewegende Zellen an. Untersucht man die Flüssigkeit unter dem Mikroskop, so findet man sie getrübt. Diese Trübung rührt von den Zellen her, die bald einzeln, bald zu Packeten zusammengeballt in ihr fluctuiren. Sämmtliche Zellen zeichnen sich durch ihre feinen, dünnen, oft das Dreifache des Zellkörpers an Länge übertreffenden Pseudopodien aus. Ihre Gestalt ist sternförmig, ihre Bewegung sehr langsam. In der Zellsubstanz tritt ein Maschenwerk nach Anwendung von Reagentien hervor, das von der Filarmasse gebildet wird. Der Zellkern mit seinem Nucleolus ist kreisrund (Hamann 212).

Die Zellen des Axialsinus hat Hoffmann (232) als verästelt bis rund geschildert, ihr Protoplasma fein granulirt. Er sah sie bald zu Haufen zusammengepackt, bald einzeln. Diese Zellen stimmen im Bau mit denen der Leibeshöhle und ihren Verzweigungen (einschliesslich Pseudohämalkanälen) überein. Ebenso fand Hamann, dass die Zellen in den Hohlräumen der dorsalen Körperwand, die mit dem Axialsinus in Verbindung stehen, im Bau mit den Zellen aus der Leibeshöhle überein-

stimmen. Auch die Wanderzellen in den Blutlacunen haben denselben Bau, was besonders hervorgehoben zu werden verdient, wie auch Cuénot (93) und Hoffmann (232) betonen. Was Haeckel*) als Blutzellen bei Astropecten geschildert hat, sind offenbar die Zellen der Leibeshöhle gewesen. Die feinen Pseudopodien, das Verhalten des Kerns, das Absterben der Zelle und Einziehen der Fortsätze wird von ihm ausführlich dargestellt.

Die Zellen des Cöloms stammen wohl von dem Epithel der Wandung her, wie es Selenka für die Holothurien gefunden hat. Bei Asteriden trifft man auf Bilder, die in derselben Weise zu deuten sind. Anderer Meinung ist Cuénot (99), der sie im Axialorgan entstehen lässt.

Interessant sind die Beobachtungen von Durham (122), der sah, wie die Zellen der Leibeshöhle sich mit injicirten Körnchen beluden und diese durch die Wandung der Tiedemann'schen Körperchen nach aussen beförderten. Hamann (212) war es bereits aufgefallen, dass die Hohlräume dieser Organe dicht angefüllt sind mit Wanderzellen, deren Substanz stark mit Pigmenten beladen war. Durham ist der Ansicht, dass die Wanderzellen bei *Asterias rubens* wie bei Seeigeln unverwendbare Substanzen, Excrete, aufnehmen und, indem sie aus dem Epithel auswandern, diese aus dem Körper entfernen. Als Bildungsstätte für die Wanderzellen nimmt er das Axialorgan an.

Wenden wir uns nun zu den einzelnen Bildungen in der Leibeshöhle, soweit sie nicht bereits oben, wie die Befestigungsbänder der Verdauungsorgane (p. 587 ff.) besprochen sind.

Die Interbrachial- oder Interradialsepten sind verkalkte Bänder oder Septen, die das dorsale und ventrale Perisom miteinander verbinden. Sie liegen in den Interradien dergestalt, dass sie sich mit ihrem ganzen peripheren Rand an der Mittellinie der interradialen Körperwand befestigen (Asterias, Astropecten, Echinaster). In anderen Fällen aber, wie Ludwig (299) bei *Stellaster equestris* und Viguier bei *Asterina gibbosa* fand, durchsetzen diese Septen (auch sichelförmige Bänder genannt), allseitig frei die Leibeshöhle, indem sie sich nur an ihrem dorsalen und ventralen Ende befestigen.

In der Achse der Septen entwickeln sich Skelettheile. Nur in vereinzelten Fällen, so bei *Pentagonaster placenta*, bleiben sie nach Ludwig**) trotz ihrer verhältnissmässigen Dicke frei von Skelettheilen; ihr freier Rand endigt dorsal an den primären Interradialplatten.

In seiner grossen Abhandlung über das Skelet der Asteriden hat Viguier (1879) eine ausführliche Darstellung der Interbrachialsepten bei vielen Gattungen gegeben, auf die verwiesen werden muss.

*) Die Radiolarien, Berlin 1862, S. 103, Anmerkung 2.
**) Seesterne des Golfes von Neapel, 1898, p. 178.

C. Ontogenie.

I. Die Vorbereitungen zur Entwickelung.

Wir fassen die Ablage der Eier und des Samens, die Reifung der Eier und die Befruchtung in diesem Kapitel zusammen.

1. Ablage der Eier und des Samens.

Die Asteriden sind getrennt geschlechtlich. Nur von *Asterina gibbosa* ist durch die Untersuchungen von Cuénot (93) ein Hermaphroditismus festgestellt. Es sollen Eier wie Spermatosomen in denselben Geschlechtsorganen erzeugt werden, indem die jungen Thiere von etwa 12 mm männlich, die älteren weibliche sind (vergl. oben p. 593).

Ludwig*) bestreitet auf Grund der von ihm in Neapel untersuchten Thiere zunächst die Grössendivergenz zwischen Männchen und Weibchen und bezweifelt nach seinem Material die Zwittrigkeit überhaupt. Ebenso hat Macbride**) seine Zweifel an Cuénot's Angaben ausgesprochen. Ob die von diesem Forscher beobachtete Thatsache, dass er bei Jersey und Plymouth niemals männliche Thiere fand, sich aber die Eier wohl entwickelten, auf Parthenogenese hinweist, müssen künftige Untersuchungen lehren.

Durch Ludwig (307) sind wir mit allen Einzelheiten der Eiablage von *Asterina gibbosa* bekannt geworden. Die Eier werden in das Meer entleert, wo sie von den Thieren an Steine, wie Lacaze-Duthiers (273) bereits geschildert hatte, oder Pflanzen befestigt werden. Das geschieht in der Weise, dass die Weibchen sie an die Gegenstände, über die sie hinwegkriechen, festkleben. Als Klebstoff dient die Substanz der glashellen äusseren Hülle des Eies, die beim Austritt der Eier aus den Genitalöffnungen zähflüssig und klebrig ist und erst später erhärtet. Die Eier werden dicht nebeneinander und auf einmal abgelegt. Sie sind 0,5 mm gross, ziemlich genau kugelrund. Unterhalb der glashellen Schicht liegt die undurchsichtige Dotterkugel. Die Eier sind bei verschiedenen Exemplaren verschieden gefärbt; die Farbe wechselt zwischen gelb, orangefarben oder gelb mit deutlicher Beimischung von rosa. Bei anderen Arten, so *Asterias glacialis,* sind sie transparent. (Risso 186.)

Der Samen wird nach den übereinstimmenden Berichten von Agassiz (5), Ludwig (317) u. A. durch die Genitalöffnuugen in das umgebende Wasser entleert.

*) Ludwig, Seesterne in: Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 1898, p. 241/2.

**) Macbride, The Development of *Asterina gibbosa.* Quart. Journ. of Microscop. Sc. V. 38, 1896, p. 339.

Nach dem letztgenannten Forscher kommt „etwas einer Begattung Aehnliches“ vor. Während das Weibchen mit der Eiablage beschäftigt ist, findet man in seiner Gesellschaft stets zwei oder drei Männchen, die, dicht an das Weibchen herangedrängt, „sich mit ihren Armen in solch' enger Weise über und unter die Arme des Weibchens schieben, dass der austretende Samen seinen Weg vorwiegend an die Unterseite des Weibchens und damit an die dort austretenden Eier nehmen muss.“

2. Brutpflege.

Für eine grössere Anzahl von Asteriden ist durch Beobachtungen sichergestellt worden, dass sie eine Art Brutpflege ausüben. Es scheint, als ob die Brutpflege mit der abgekürzten Entwickelung der Eier zusammenhängt, die sich direct, unter Verlust der pelagischen Larvenform, ausbilden, oder doch nur ein unvollkommenes Larvenstadium durchlaufen.

Der erste, der solche Fälle beschrieb, ist Sars (467) gewesen. Bei *Echinaster sanguinolentus* Müll. und *Asterias Mülleri* Sars finden die Eier, welche aus den Geschlechtsöffnungen austreten, dadurch einen Schutz und Brutraum zur Entwickelung, dass die Thiere ihre Arme ventralwärts zusammenkrümmen. Weiter ist die Beobachtung von Philippi*) zu erwähnen, welcher bei *Asteracanthion varium* beobachtete, wie das Thier den Rücken der Scheibe fast beutelförmig in die Höhe gehoben hatte, den Ursprung der Arme genähert und auf diese Weise einen Brutsack gebildet hatte. Die Jungen, von der Gestalt eines Fünfeckes, denen noch der Mund fehlte, waren mit einem Larvenorgan in Form eines langen Stranges an der Mutter befestigt.

Danielssen und Koren (473) haben bei *Pteraster militaris* und *Pt. pulvillus* ebenfalls Brutpflege gefunden. Ihnen schlossen sich an Gray (175) mit *Pt. capensis*, von Martens (338) mit *Pt. cribrosus*. Weitere Beobachtungen finden sich bei Wyville Thomson (541), der bei den Tiefseegattungen *Hymenaster* und *Leptoptychaster* complicirte Fälle von Brutpflege vorfand. Bei *Leptoptychaster kerguelensis* ist die Körperoberfläche mit Paxillen bedeckt, das heisst kleinen Kalksäulen, die auf ihrer Spitze eine Anzahl horizontaler Kalkstäbchen tragen. Indem sich diese Stäbchen der benachbarten Paxillen gegenseitig berühren, wird eine Decke gebildet, unter welche die Eier gelangen und sich geschützt entwickeln. Noch complicirter liegen die Verhältnisse bei *Pteraster* und *Hymenaster*. Wie bei der eben erwähnten Gattung *Leptoptychaster* ist die Apicalseite mit Paxillen besetzt, deren horizontale pinselförmig angeordnete Kalkstäbchen mit einer Haut versehen sind, sodass zwischen dieser Supradorsalmembran und der eigentlichen Oberfläche des Körpers ein Brutraum entsteht, der durch Oeffnungen mit dem Meerwasser in Verbindung steht. Solcher Oeffnungen giebt es eine am apicalen Pole, die

*) Neue Seesterne aus Chile, Arch. f. Naturgesch, 1870, S. 273, citirt von Ludwig (Entr. d. *Asterina gibbosa*).

mit fünf Klappen umstellt ist, weiter an den Seiten der Arme und in der Membran selbst, die contractil sein soll (X, 3).

Eine sehr merkwürdige Art der Brutpflege hat Studer*) bei *Stichaster nutria n. sp.* nachgewiesen. Er fand die jungen Seesterne in den interradialen Aussackungen vom Anfangstheil des Magens liegen. Perrier (418) sah junge Thiere von *Asterias spirabilis* mit einem Bauchstiel (Largenorgan) auf der Bauchseite der Mutter ihre Mundöffnung bedeckend, sitzen (XI, 1). Weiter fand er Brutpflege bei *Diplasterias Lütkeni* und *Steineni, Pheraster Ingoufi* und *incisus.*

3. Reifung der Eier und Befruchtung.

Die Eier verlassen das Ovarium, indem Keimbläschen und Keimfleck noch vorhanden sind. *Asterias glacialis.* Das Keimbläschen erleidet nach der Ablage des Eies in das Seewasser eine Umwandlung, indem an seine Stelle nach den Schilderungen Fol's (141) und Hertwig's (229) der weibliche Vorkern (Pronucleus) tritt, während zwei Richtungskörperchen oder Polkörper gebildet worden sind. Das Ei trägt nach der Reifung im Centrum den weiblichen Vorkern. Die Befruchtung findet nach der Darstellung der genannten Forscher in folgender Weise statt. Sobald die Spermatozoen mit der äusseren Hülle des Eies in Berührung kommen, bildet sich auf der Oberfläche des Eies eine Hervorwölbung des Plasmas, die nach dem zunächst gelegenen Spermatosom hinwächst. Diese Hervorragung („Empfängnisshügel") vereinigt sich endlich mit letzterem, das nun durch sie in den Eidotter eindringt. Im normalen Zustande dringt bei der Befruchtung nur ein Spermatosom in das Ei. An derjenigen Stelle, wo das Spermatosom eintrat, bleibt in der Membran eine kraterförmige Oeffnung zurück, in der man den Schwanz des Samenfadens noch eine Zeit lang erkennen kann.

Der Kopf des Spermatosoms bildet sich zu einem Kern, den männlichen Vorkern, um, der allmählich tiefer in den Dotter eindringt, und zwar in der Richtung auf den weiblichen Vorkern. Endlich vereinigen sich beide und verschmelzen zu dem ersten Furchungskern. Im Einzelnen bestehen zwischen den Beobachtern mehrfache Differenzen über die feineren Vorgänge, die hier übergangen werden müssen.

Künstliche Befruchtung ist bei *Asterias glacialis*, *Asterias rubens, Asterias berylinus* u. a. versucht worden.

II. Die Entwickelung der Larve.

1. Bildung der Keimblätter und des Mesenchyms.

Das Seesternei furcht sich total und inäqual, das heisst die einzelnen Blastomeren sind ungleich gross. Bereits die beiden ersten Furchungskugeln lassen einen Grössenunterschied erkennen, der ihren Abkömmlingen bis zu dem 16zelligen Stadium noch eigen ist. Diese Angaben wie die

*) Jahrb. d. Hamburger wissenschaftl. Anstalten, 1885, S. 157.

folgenden gelten für *Asterina gibbosa*, deren Entwickelung Ludwig ausführlich beobachtete. Bei *Asterias berylinus* fand Agassiz (5) geringe Grössenunterschiede, ebenso Sars*) bei *Echinaster sangui nolentus*, sodass hier wohl eine Regel vorliegt.

Schon im vierzelligen Stadium liegen die Blastomeren derart aneinander, dass sie einen central gelegenen Hohlraum umschliessen, der in den folgenden Stadien an Ausdehnung zunimmt. Das Endresultat ist eine von einer Schicht gleichgrosser Zellen (Ektoderm) gebildeter blasenförmiger kugelrunder Embryo, die Blastula. Diese Entwickelungsstufe wird am ersten Tage nach der Eiablage und Befruchtung erreicht. Ein Morulastadium ist weder bei *Asterina* noch einer anderen Art beobachtet worden.

Die Blastula bedeckt sich jetzt auf ihrer Oberfläche mit einem feinen Wimperkleid. Nach der Entstehung der Wimpern beginnt sich die Blastula zu dem Gastrulastadium umzubilden, und zwar durch Invagination, Einstülpung, wie übereinstimmend beobachtet worden ist. Zunächst lässt die Blastula an einer Stelle, die wahrscheinlich dem unteren Pole des Eies entspricht, eine Einstülpung der Wandung erkennen. Während der fortschreitenden Invagination wächst der Embryo in die Länge, die Einstülpungsöffnung rückt während der Längsstreckung an den unteren Pol, um hier in subpolarer Lagerung Halt zu machen. Soweit die Darstellung von Ludwig.

Die Gastrulabildung durch Einstülpung ist früher von Hensen**) und Greeff (185) bei *Asterias rubens*, dann von Agassiz (5) bei *Asterias berylinus* und seither bei vielen Asteriden beobachtet worden. Aus der Darstellung von Agassiz und den späteren Forschern geht hervor, dass die Blastulawand an dem Theile, wo die Einstülpung erfolgt, verdickt ist, was auch bei den anderen Gruppen der Echinodermen beobachtet worden ist.

Die Gastrula stellt einen länglich ovalen Sack vor mit einer Oeffnung am unteren Pol, dem Urmund, der in den Gastruladarm führt, dessen Wandung das innere Keimblatt, das Entoderm, bildet. Es liegt der eingestülpte Theil des Blastoderms, der Urdarm, nicht unmittelbar dem Ektoderm an, sondern zwischen beiden ist eine Substanz vorhanden, die Hensen (224) den Gallertkern genannt hat. Sie ist nach Ludwig (307) eine flüssige Substanz, weshalb er den Namen Gallertkern verwirft. Nach Beobachtungen an lebenden Larven, in denen man die sogleich zu besprechenden Zellen sich langsam amöboid bewegen sieht, besitzt diese Bindesubstanz eine zähflüssige, gallertartige Consistenz. Sie ist ein Ausscheidungsproduct der Furchungszellen und im Blastulastadium bereits deutlich nachweisbar.

Die Bildung des Mesenchyms ist zuerst durch Metschnikoff (347)

---

*) M. Sars, Fauna littoralis Norvegiae 1, Christiania 1846, S. 50.
**) Archiv für Naturgeschichte, 1853, S. 242.

an *Astropecten aurantiacus* und *pentacanthus* genau untersucht worden, nachdem Hensen (224) gefunden hatte, dass bei einer *Brachiolaria* des Kieler Hafens sich von der inneren Oberfläche des sich einstülpenden Urdarmes Zellen abschnürten.

Die ursprünglich cylindrischen Zellen des invaginirten Urdarmes verflachen sich an seinem blindsackartigen Ende mehr und mehr; einige strecken kurze pseudopodienartige Fortsätze aus und verlassen allmählich den Zellverband und wandern in die Gallerte hinein. Gewöhnlich treten vier, fünf und noch mehr Zellen aus der Epithelblase heraus. Diese Auswanderung von Zellen lässt sich bis zu der Zeit, wo die Cölomsäcke sich gebildet haben, verfolgen. Greeff (185) giebt folgende Schilderung: An der einschichtigen Keimblase findet sich an einer Stelle eine Verdickung, indem hier nach innen einige Zellen vorspringen und zuweilen zum Theil schon jetzt in die Furchungshöhle „einwandern". An der Verdickung beginnt hierauf die Einstülpung des Blastoderms. Die eingewanderten Zellen vermehren sich und durchwandern den Raum zwischen Ektoderm und Entoderm mit amöbenartig ausgestreckten Pseudopodien.

Macbride (Quart. Journ. of Microscop. Sc. V. 38, 1896) giebt für *Asterina gibbosa* an, dass das Mesenchym sich im Gastrulastadium durch Theilung von Entodermzellen anlege, während Field (135) bei *Asterias vulgaris* die ersten Mesenchymzellen im Blastulastadium entstehen lässt und zwar an derjenigen Stelle, wo die Entoderm-Einstülpung sich bildet. Die Zellen bilden sich durch transverse Theilung, wobei allein die inneren Zellen amöboid werden sollen. Dieser Process dauert während der Invagination fort. In keinem Falle entstehen aber zwei bilateral symmetrische Urmesenchymzellen.

2. Bildung des Enterocöls, Hydrocöls und des Larvendarmes.

Die Entstehung der Leibeshöhle (Enterocöl) und des Wassergefässsystems (Hydrocöl) vollzieht sich in der Form von paarigen Ausbuchtungen an dem blinden Ende des Urdarmes, die bilateral-symmetrisch, rechts und links vom Urdarm, gelegen sind. Obgleich bei *Asterina* keine typische Bipinnarialarve gebildet wird, betrachten wir zunächst die Entwickelung dieser Art weiter und schliessen die Beobachtungen der übrigen Forscher an.

Am dritten Tage zeigen sich am Gastruladarm Veränderungen. Man unterscheidet jetzt an ihm den kurzen cylindrischen Anfangstheil, in den der auf der Vorder- oder Bauchseite gelegene Urmund hineinführt, und den kuglig blasigen, blind geschlossenen Endabschnitt, an dem sich jetzt jederseits eine rechte und linke Ausbuchtung zeigt, die sich nach hinten ausbreiten und verlängern und den hinteren Theil des Urdarmes bedecken. Den blasigen Abschnitt des Gastruladarmes sammt den beiden Ausbuchtungen nennt Ludwig das Enterocöl, besser ist der Ausdruck Entero-Hydrocöl zu verwenden. Zu gleicher Zeit verdünnt sich die Wand des blasigen Endabschnittes mehr und mehr. Während nun die beiden Aus-

buchtungen (Lateraltaschen) sich nach hinten verlängern, wächst der Larvendarm nach dem oberen Pole. Jetzt nimmt die bisher bilateral-symmetrische Larve einen unsymmetrischen Bau an, indem die linke Ausbuchtung stärker wächst als die rechte. An der Vorderseite der Larve, etwa in ihrer Mitte, bildet sich unterdessen eine Einstülpung des Ektoderms, die sich in Gestalt eines hohlen Zapfens nach innen senkt und da, wo Larvendarm und Entero-Hydrocöl ineinander übergehen, die anstossende Entodermwand einbuchtet. Diese Einstülpung ist die Anlage des Mundes und Munddarmes der Larve. Auf dieser Entwickelungsstufe, oft schon vor der Mundbildung, verlässt der Embryo die Eihülle und schwimmt jetzt mit Hilfe seines Wimperkleides, das die Oberfläche, das Ektoderm, allseitig bedeckt, frei im Wasser herum. Er besitzt jetzt eine birnförmige Gestalt (IX, 4 *oc*).

Zu derselben Zeit schnürt sich das Entero-Hydrocöl vom Urdarm ab und stellt einen hufeisenförmigen Hohlraum dar, dessen Schenkel rechts und links vom Darme im mittleren uud unteren Theile der Larve liegen, während sein mittlerer Theil den oberen Larvenkörper einnimmt.

Jetzt bricht das bisher blinde Ende des Munddarmes in den Larvendarm durch, sodass jetzt drei Theile am Darm der frei schwimmenden Larve zu unterscheiden sind, nämlich der durch eine ektodermale Einstülpung entstandene Munddarm, der Mitteldarm und der kurze Enddarm, der durch den After, den Gastrulamund, nach aussen mündet. Letzterer schliesst sich bald, am fünften, selten am vierten oder sechsten Tage. Der Darm trägt in seinen drei Abtheilungen Cilien auf seiner inneren Oberfläche.

Am fünften Tage lässt sich ein weiteres Wachsthum der beiden Ausbuchtungen des Entero-Hydrocöls, der Lateraltaschen, feststellen. Beide umwachsen den Darm, indem die linke rascher sich entwickelt und die rechte an Ausdehnung übertrifft. Nachdem sich endlich die Lateraltaschen vorn und hinten berühren, verschmelzen sie vorn miteinander, sodass es an der Vorderseite des Darmes zur Bildung eines gemeinsamen Hohlraumes kommt. An der hinteren Berührungsstelle tritt jedoch keine Verschmelzung ein, sondern die sich berührenden Wände der beiden Ausbuchtungen, zwischen welche eine dünne Mesodermlage sich einschiebt, bilden eine Art Mesenterium, das vom Darme zur Körperwand zieht.

In der linken Ausbuchtung des Entero-Hydrocöls vollzieht sich nun die Anlage des Wassergefässsystems als eine anfangs taschenförmige Aussackung in der der Körperwand anliegenden Wandung, die bald eine fünflappige Gestalt annimmt. Diese immer deutlicher hervortretenden Ausbuchtungen werden zu den fünf radiären Hauptgefässen des Wassergefässsystems. Zu derselben Zeit bildet sich auf der Hinterseite der Larve, ungefähr gegenüber dem Larvenmunde, eine ektodermale Einstülpung, die sich in die linke Ausbuchtung des Entero-Hydrocöls öffnet; es ist diese Bildung der Rückenporus, durch den eine Communication

mit dem Seewasser hergestellt wird. Dieser Rückenporus ist aber nicht mit dem sich später bildenden Steinkanal zu verwechseln. Wie Ludwig besonders hervorhebt, steht der Rückenporus anfänglich nicht mit dem Hydrocöl in Verbindung, sondern führt in einen Hohlraum, von dem das Hydrocöl noch nicht abgetrennt ist. Es kann deshalb der Rückenporus in seiner primären Bedeutung als ein in das Enterocöl führender Porus betrachtet werden, ein Zustand, wie er bei den Crinoiden dauernd besteht.

An dieser Stelle sei des Larvenorgans der *Asterina* gedacht, das aus einer wulstförmigen Verdickung am oberen Larvenende hervorgeht, und schliesslich in einen vorderen kurzen Lappen und einen hinteren längeren Lappen zerfällt, während das vordere Körperende schief abgestutzt ist (IX, 2—4*a*).

Diese Darstellung von der Bildung der Leibeshöhle, wie sie von Ludwig gegeben wurde, ist durch die Untersuchungen von Macbride*) und Goto mehrfach beanstandet worden. Die erste Anlage des Enterocöls und die Bildung der Aussackungen werden in übereinstimmender Weise geschildert. Es entstehen die beiden Entero-Hydrocölanlagen, die nach hinten sich ausdehnen (IX, 5, 6). Alsbald tritt eine Trennung ein, indem sich ein vorderer Abschnitt *vc*, ein linker hinterer *lpc* und etwas später auch ein rechter hinterer Abschnitt *rpc* unterscheiden lassen (IX, 7, 8). Vom linken vorderen Abschnitt aus bildet sich am hinteren Ende die Hydrocölanlage mit dem Porenkanal, am rechten schnürt sich ebenfalls ein Bläschen *rhy* ab, das persistirt und als rudimentäre Anlage eines rechten Hydrocöls angesehen wird. Beim erwachsenen Thier trifft man es an als einen geschlossenen Sack unterhalb der Madreporenplatte. Macbride beschreibt anormale Larven, bei denen es in dieser rechten Hydrocölanlage zur Bildung mehrerer Aussackungen und Anlage eines Porenkanales gekommen war. Der orale Theil der Leibeshöhle bildet sich vom linken hinteren Enterocöl aus (IX, 9, 10). In einem späteren Stadium tritt der vordere Abschnitt mit dem linken hinteren Abschnitt des Cöloms an zwei Stellen von Neuem in Verbindung. Während der Metamorphose breitet sich der linke hintere Cölomabschnitt weiter aus, indem er dorsal und ventralwärts Fortsätze oder Hörner entsendet, die sich später zu einem Ringe schliessen. Die Perihämalräume sind Ausstülpungen theils des vorderen Cölom- (IX, 9, 10), theils des linken hinteren Cölomabschnittes.

Betrachtet man einen Längsschnitt, der dorsoventral durch einen Seestern am Ende der Metamorphose geführt ist (IX, 10), so sehen wir im Centrum den dunkel gehaltenen Darm mit der in Bildung begriffenen Mundöffnung *ocs*. Mit *orc* ist das orale Cölom bezeichnet, das sich weit in das linke hintere Cölom *lpc* öffnet, mit *l'p'c'* das rechte ventrale „Horn“

*) Journ. of Microscop. Journ. N. Ser. V, 38, 1895.

des linken Cölomabschnittes, mit *rpc* das rechte hintere Cölom, das dorsalwärts liegt.

Die Bildung des Entero-Hydrocöls vollzieht sich bei den übrigen Asteriden, wie es scheint, in anderer Weise. Während bei *Asterina* sich eine einzige quergelagerte Blase vom Urdarme abschnürte, sehen wir wie bei *Asterias berylinus* nach den Beobachtungen von Agassiz (5) am etwas erweiterten blinden Ende des Urdarmes zwei seitliche Ausbuchtungen entstehen, die sich zu getrennten Blasen abschnüren (VIII, 7). Diese Blasen wurden von Agassiz für die Anlagen des Wassergefässsystems gehalten, während erst Metschnikoff (347) zeigte, dass auch die Leibeshöhle aus ihnen entstände. Beide Entero-Hydrocölblasen wachsen in Gestalt von zwei Schläuchen *d*, *d'* nach hinten; die linke tritt durch Anlage des Rückenporus mit der Aussenwelt in Verbindung (VIII, 9); durch eine Einschnürung zerfällt sie endlich in einen hinteren Theil und einen vorderen, das Hydrocöl, das die erste Anlage des Wassergefässsystems darstellt. Der Rest der linken Blase sowie die rechte entwickeln sich in der bei *Asterina* geschilderten Weise als Enterocöl zur Leibeshöhle.

Diese getrennte Art der Entstehung des Enterocöls und Hydrocöls hat Greef (185) bei *Asterias rubens* und Götte (166) an Bipinnarien und bei *Asterias glacialis* beschrieben. Interessant ist die Beobachtung Götte's, dass die beiden Bildungsformen des Enterocöls und Hydrocöls, wie wir sie typisch bei *Asterina* und *Asterias* kennen gelernt haben, nicht diametral entgegengesetzt sind, sondern dass bei *Asterias glacialis* die beiden Blasen während ihrer Abschnürung vom Urdarm ausnahmsweise in Zusammenhang bleiben können, oder mit anderen Worten ausgedrückt, dass eine unpaare Entero-Hydrocölblase sich abschnürt, die erst später in zwei zerfällt.

Bereits oben wurde hervorgehoben, dass an den jungen Larven eine bilaterale Symmetrie zum Ausdruck kommt, die zur Zeit der Anlage der beiden Ausbuchtungen des Entero-Hydrocöls erhalten ist. Nach der Beobachtung von Field (135) ist die bilaterale Symmetrie an der Larve von *Asterias vulgaris* noch später wahrnehmbar, indem nach der Bildung der beiden Entero-Hydrocölblasen nicht nur für die linke ein Rückenporus und Steinkanal, sondern auch für die rechte diese Organe entstehen. Später bilden sich Rückenporus und Steinkanal der rechten Blase zurück.

Die Darstellung, die Bury (77) von der Entstehung des Entero-Hydrocöls bei *Asterias vulgaris* giebt, schliesst sich eng an die Beobachtungen der genannten Forscher an. Hervorzuheben ist aber, dass er eine Zweitheilung auch in der rechten Enterocölblase erkennt und ein vorderes von einem hinteren Enterocöl unterscheidet, die miteinander in Verbindung bleiben, bei Ophiuren- und Echinidealarven aber später getrennt sind (X, 6 *rac* und *rpc*).

Eine andere Darstellung giebt aber Goto für *Asterias pallida**). Er unterscheidet in der *Bipinnaria* rechts und links vom Darm ein vorderes und hinteres Entero-Hydrocöl, die miteinander in Verbindung stehen und in die Brachiolariarme später Divertikel entsenden. Während des Brachiolariastadiums trennt sich der rechte hintere Abschnitt von den übrigen. Dasselbe geschieht während der Metamorphose auf der linken Seite, wo der hintere Theil sich ebenfalls abschnürt, während rechts ein mittlerer Abschnitt sich bildet. Auf diese Weise sind drei Höhlen entstanden, eine rechte hintere, eine rechte vordere, die mit der linken vorderen zunächst in Zusammenhang bleibt, und eine linke hintere Höhle, die mit dem rechten mittleren Abschnitt in Verbindung steht. In späteren Stadien ist aus den vereinigten vorderen Enterocölabschnitten der Axialsinus gebildet worden, die beiden hinteren Enterocöle sind auf der ventralen Seite vereinigt; der vom rechten hinteren Enterocöl durch ein Septum abgeschnürte Theil wird zu der (exogastrischen) dorsalen Leibeshöhle, der übrig bleibende Theil wird ein Theil der ventralen Leibeshöhle. Das periösophegeale Cölom entsteht vom linken hinteren Enterocöl, von dem aus sich auch das Hydrocöl abschnürte.

3. Die Ausbildung und Gestalt der Larve.

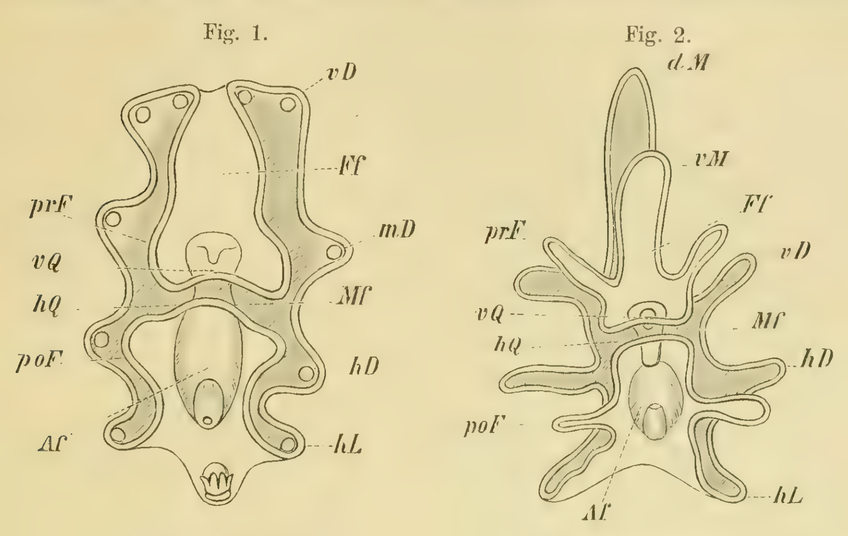
A. Die *Bipinnaria* (einschl. *Brachiolaria*).

Wir haben die Asteridenlarven in einem Stadium verlassen, wo die gesammte Körperoberfläche gleichmässig von Wimpern bedeckt war. Diese Cilien verschwinden und sind im bilateral-symmetrischen Stadium der Larve nur in Gestalt von zwei Kränzen oder Streifen vorhanden, die man als Wimperschnüre bezeichnet. Die junge Asteridenlarve, welche ihr Entdecker Sars *Bipinnaria* nannte, gleicht in den jüngeren Stadien, in denen der ventrale und dorsale Theil der Wimperschnur noch zusammenhängen, der Auriculariarlarve. Erst dadurch, dass bei dem weiteren Wachsthum die Wimperschnüre des präoralen Feldes der Bauchfläche, des Frontalfeldes, miteinander zusammenstossen und das Verbindungsstück schwindet, emancipirt sich das Frontalfeld mit seiner es umgebenden Wimperschnur und das Hauptmerkmal ist entwickelt, das die Bipinnarialarve sofort erkennen lässt. Die Wimperschnur zerfällt in zwei Theile, einen präoralen, der das Frontalfeld, und einen dorsalen und ventralen, der das Analfeld und die ganze Dorsalseite begrenzt. Dies ist die Art der Entstehung, wie sie Mortensen**) schildert, der zum ersten Male eine kritische Sichtung der bisherigen Beschreibungen von Larven versucht hat.

*) The Metamorphosis of Asterias pallida. Journ. of the Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 10, Pt. 3, 1898, und Annotationes Zool. Japonenses, Vol. 2, P. 3, 1898.

**) Mortensen, Th., Die Echinodermenlarven der Plankton-Expedition nebst einer systematischen Revision der bisher bekannten Echinodermenlarven, Kiel und Leipzig, 1898, in: Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung, Bd. 2, J.

Ein weiteres Charakteristicum ist die Ausbildung zweier Fortsätze, die anderen Echinodermenlarven fehlen; das sind Verlängerungen des Vorderendes des Dorsal- und des Frontalfeldes, die die Namen dorsaler



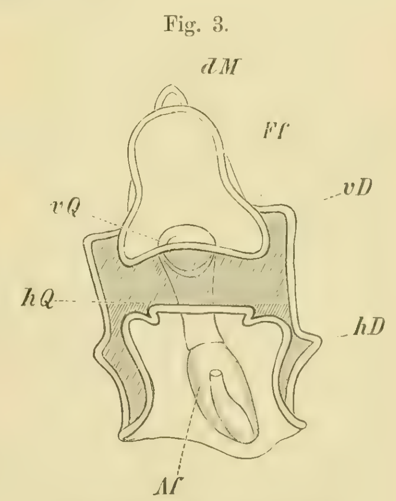
Auricularia stelligera, *Bipinnaria elegans*,
mit den Bezeichnungen von Mortensen.

vD, mD, hD, vorderer, mittlerer, hinterer Dorsalfortsatz; *prF, poF,* präoral-, postoral-Fortsatz; *vQ, hQ,* vorderer, hinterer Quersaum; *dM, vM,* dorsaler, ventraler Medianfortsatz; *hL,* hinterer Lateralfortsatz; *Ff,* Frontalfeld; *Af,* Analfeld; *Mf,* Mundfeld.

und ventraler Medianfortsatz führen, worunter man der Bequemlichkeit wegen die Fortsätze plus den vor den Präoral- und vorderen Dorsalfortsätzen liegenden Stücken versteht.

Mortensen unterscheidet vier Formen in der Entwickelung der Fortsätze. Die einfachste Form zeigen sie bei der *Bipinnaria* von *Astropecten*; hier sind sie nur gering ausgebildet. Fig. 3.

Als lange Fortsätze treten sie bei der *Bipinnaria*, die Joh. Müller (370) als *B.* von Marseille beschrieben hat, auf; Fig. 2; bei einer dritten Gruppe sind sie noch weiter ausgebildet. Hierher gehört die als *B. asterigera* von Sars (465) beschriebene Larve. Die ungemein verlängerten Medianfortsätze werden als activ bewegliche Schwimmapparate benutzt. Als vierten Typus kann man die



Bipinnaria von *Astropecten*, nach Metschnikoff.

als *Brachiolaria* benannte Larvenform bezeichnen, bei der zu den gewöhnlichen Fortsätzen noch drei stark contractile Fortsätze hinzugekommen sind, die Brachiolarfortsätze*). Diese liegen vor den Präoralfortsätzen, am vorderen Ende des Frontalfeldes. Der unpaare mediane ersetzt den ventralen Medianfortsatz. An seiner Basis liegt ein Saugnapf. Die Spitze, theilweise auch die Seiten, dieser Brachiolarfortsätze sind mit Papillen besetzt. Die Wimperschnur erstreckt sich, soweit bekannt, nur bei *B. papillata* auf diese Fortsätze (IX, 1).

Mortensen macht darauf aufmerksam, dass einzelne Bipinnarien sich in diese vier Gruppen nicht einordnen lassen; es sind *B. reflexa, abbreviata* und *Wilsoni*; daher wird man bei der geringen Kenntniss der Asteridenlarven zur Zeit von einer definitiven Eintheilung absehen müssen.

Es sind jetzt 19 verschiedene Bipinnarien bekannt, von denen sich nur fünf auf die zugehörige Art zurückführen lassen. Es sind die Bipinnarien von *Asterias rubens* L., *A. vulgaris* Stimps., *Luidia Sarsi* Dub. et Kor., *L. ciliaris* Gray, *Astropecten*, Art unbekannt.

Eine Benennung der einzelnen Larven nach dem Binominal-Princip ist bisher nicht durchgeführt worden. Mit demselben Rechte, wie man die Finnenstadien der Cestoden mit besonderen Namen versehen hat, können auch die als selbständige Formen auftretenden Larven der Echinodermen benannt werden. Es ist dankenswerth, dass Mortensen alle beschriebenen Larven in ein System gebracht und benannt hat. Die Asteridenlarven führt er als *Bipinnaria* auf, trennt aber nicht von dieser Form die *Brachiolaria*, da beide im Wesentlichen übereinstimmen; letztere ist nur eine mehr differenzirte *Bipinnaria*, die in jüngeren Stadien sich überhaupt nicht von ihr unterscheiden lässt. Bevor wir jedoch das System betrachten, ist es nothwendig, die Nomenklatur der Körpertheile einer Larve festzustellen.

B. Die Nomenklatur des Larvenkörpers.

Seit Johannes Müller's Abhandlungen, der die erste specielle Benennung der Theile des Larvenkörpers gab, sind die meisten Nachfolger ihrer eigenen Nomenklatur gefolgt. Dazu kommt, dass die einzelnen Forscher von Joh. Müller bis auf Boveri die Larven umgekehrt orientirten, sodass die Benennungen schon aus diesem Grunde unbrauchbar sind. Die von Mortensen**) jüngst vorgeschlagene neue Nomenklatur ist derartig übersichtlich und praktisch, dazu auch für die *Auricularia* und *Pluteus* passend, dass ich sie im Folgenden ausschliesslich benutzen werde. Da im ersten Bande (Holothurien) von Ludwig eine besondere Nomenklatur gebraucht worden ist, so sei die Auricularialarve mit der

*) Es sei hier darauf aufmerksam gemacht, dass in der schematischen Figur Joh. Müller's die Brachiolarfortsätze fälschlich auf der Dorsalseite sitzen und diese Figur in alle Lehrbücher übergegangen ist, während, wie auch Mortensen betont, auf den Tafeln Müller's die Verhältnisse richtig dargestellt sind.

**) Die Echinodermenlarven der Plankton-Expedition, S. 4.

Mortensen'schen Benennung neben der *Bipinnaria* abgebildet. Die Tabelle möge die Vortheile der Mortensen'schen im Vergleich mit der Joh. Müller'schen Nomenklatur zeigen:

Mortensen 1898.	Joh. Müller 1846 ff.
Vorderer Quersaum, *v Q.*	Vorderer querer transversaler Zug der Wimperschnur.
Hinterer Quersaum, *h Q.*	Hinterer querer transversaler Zug der Wimperschnur.
Frontalfeld, *Ff.*	Antorales (vorderes) Bauchfeld.
Analfeld, *Af.*	Anales (hinteres) Bauchfeld.
Postoral-Fortsatz, *po F.*	Markisen-Arme; Arme des vorderen Schirmes. Fortsätze am Rande des hinteren ventralen Feldes.
Hinterer Lateral-Fortsatz, *h L.*	Auriculae, Auricularfortsätze, Seitenarme (*Ophiopluteus*).
Hinterer Dorsal-Fortsatz, *h D.*	Dorsale Seitenarme, hintere Seitenarme (*Ophiopluteus*).
Mittlerer Dorsal-Fortsatz, *m D.*	Lappen am dorsalen Seitenrande.
Vorderer Dorsal-Fortsatz, *v D.*	Lappen am dorsalen Seitenrande. 2. Paar der dorsalen Seitenarme.
Vorderer Lateral-Fortsatz, *v L.*	Arme des Mundgestelles, des hinteren Schirmes.
Präoral-Fortsatz, *pr F.*	Nebenarme des Mundgestelles, Fortsätze am Rande des vorderen Bauchfeldes.
Dorsaler Median-Fortsatz, *d M* (*Bipinnaria*). Ventraler Median-Fortsatz, *v M* (*Bipinnaria*).	Endflossen (*Bipinn. asterigera*).
Unpaarer Hinterfortsatz (*Echinopluteus*).	Scheitelfortsatz.

An Stelle des Ausdruckes „Arme" hat Mortensen durchweg die Benennung „Fortsatz" (Processus) gebraucht, da er sowohl für die langen Ausbuchtungen eines *Ophiopluteus* als wie für die kaum erkennbaren der Auricularien und verschiedener Bipinnarien verwendet werden kann.

C. Beschreibung der Arten (nach Mortensen).

a. Fortsätze wenig ausgebildet (Textfigur 3).

a'. Eine kleine, aber deutliche Einbuchtung zwischen hinterem Quersaum und Postoralfortsatz.

1. *Bipinnaria Metschnikoffi* Mrtsn.

Metschnikoff (347), p. 33, Taf. 11, Fig. 5—11.

Wahrscheinlich zu *Astropecten* gehörig. Fundort: Spezia. Mai-Juni.

2. *Bipinnaria Mülleri* Mrtsn.

Joh. Müller, 4. Abh., p. 31, Taf, 2, Fig. 5—13, Taf. 3—5, Fig. 1—10.
Metschnikoff (347), Taf. 11, Fig. 4.

Nach Gräffe wahrscheinlich zu *Astropecten aurantiacus* Gray gehörig, 0,4 mm gross. Fundort: Triest, Messiua. Mai-September.

3. *Bipinnaria Goettei* Mrtsn.

Goette, Arch. f. mikroskop. Anat., Bd. 12, 1876, Taf. 28, Fig. 45.

Vielleicht ebenfalls zu *Astropecten* gehörig. Fundort: Neapel.

b'. Keine Einbuchtung zwischen hinterem Quersaum und Postoralfortsatz.

4. *Bipinnaria Russoi* Mrtsn.

A. Russo (454), p. 124, Taf. 2, Fig. 20—25.

Nach Russo zu *Asterias glacialis* gehörig, was von Mortensen bezweifelt wird, da den Asteriaslarven ein Brachiolaria-Stadium zukommt. Fundort: Neapel. April-Mai.

5. *Bipinnaria Buryi* Mrtsn.

Bury (Quarterly Journ. of microsc.: Sc. N. S. Vol. 38, 1895), Taf. 7, Fig. 27.

Zugehörigkeit zu *Asterias glacialis* zweifelhaft. Fundort: Neapel.

6. *Bipinnaria simplex* Mrtsn.

Mortensen, Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., S. 31, Taf. 2, Fig. 3.

Grösse: 0,5 mm. Fundort: 37,7° N., 25,2° W., Açoren. October.

b. Alle Fortsätze wohl ausgebildet.

Brachiolarfortsätze nicht vorhanden.

aa. Vorderer Theil des Körpers (Medianfortsätze) nicht besonders verlängert.

α. Ventraler Medianfortsatz ungefähr so breit als das Frontalfeld.

7. *Bipinnaria elegans* Mrtsn. (Textfigur 2).

Joh. Müller, II. Abh., p. 8, Taf. 1, Fig. 8—9.
Krohn, Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1854, p. 212.
Mortensen, Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., p. 32, Textfig. 2.

Soll nach Agassiz jüngeres Stadium von *Bipinn. papillata* sein, was Mortensen bestreitet. Grösse 1'''. Fundort: Marseille, Messina. Februar-März.

8. *Bipinnaria latifrons* Mrtsn.

Mortensen, Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., p. 34, Taf. 3, Fig. 1—2.

Grösse: 0,5—0,7 mm. Fundort: Floridastrom, 37,9° N., 59,1° W., 37,1° N., 59,9° W. August.

9. *Bipinnaria Wilsoni* Mrtsn.

Brooks, Handbook of Invertebrate Zool. 1882, p. 130 f., Fig. 78—81.

Grösse: 1/12" (engl.). Fundort: Ostküste Nordamerikas.

β. Ventraler Medianfortsatz viel schmäler als das Frontalfeld.

10. *Bipinnaria reflexa* Mrtsn.

Mortensen, Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., S. 35, Taf. 2, Fig. 5—7.

Grösse: 0,4—0,6—1,1 mm. Fundort: bei Cap Verden und in der Nähe von Fernando Noronha. August-September.

11. *Bipinnaria affinis* Mrtsn.

Mortensen, Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., S. 36, Taf. 2, Fig. 8.

Grösse; 0,47 mm. Fundort: Nördlicher Aequatorialstrom, 20,4° N., 37,8° W., October.

12. *Bipinnaria inflata* Mrtsn.

Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., p. 37, Taf. 3, Fig. 3.

Grösse: 0,6 mm. Fundort: Guineastrom, 2,9° N., 18,8° W. September.

13. *Bipinnaria abbreviata* Mrtsn.

Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., p. 37, Taf. 3, Fig. 4—5.

Grösse: 1,1 mm. Fundort: Labradorstrom, 47,0° N., 51,5° W. Juli.

bb. Vorderer Theil des Körpers (Medianfortsätze) sehr verlängert.

14. *Bipinnaria asteriga* Sars.
Bip. von *Luidia Sarsi* Düb. et Kor.

M. Sars (465), p. 37, Taf. 15, Fig. 40a—d.
„ „ (467), p. 176.
Koren og Danielssen (262), S. 347, Taf. 7, Fig. 7—9.
„ „ „ Nyt Mag. f. Naturvidenskab., 5, 1847, p. 253.
Joh. Müller, 1. Abh., p. 29; 2. Abh., p. 9, Taf. 2, Fig. 1—3.
„ „ 3. Abh., p. 29, Taf. 7, Fig. 5—8; 7. Abh., p. 33, Anmerkg.
„ „ Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol., 1855, p. 87.
Agassiz, Selections, Taf. 8, Fig. 24.
Ludwig, Sitzungsber. d. Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilk., 1895.

Ist die grösste aller bekannten Echinodermenlarven, gehört nach Ludwig zu *Luidia Sarsi*. Grösse: ca. 7 mm. Fundort: Bergen, Nordsee, Messina, Neapel. Mai, September-October.

Brachiolarfortsätze vorhanden.

a. Brachiolarfortsätze rund, mit einer Krone von Papillen an der Spitze.

15. *Bipinnaria pallidus* Agassiz.
Bip. von *Asterias vulgaris* Stimps.

Agassiz (5), Taf. 3—4.
„ Selections, Taf. 7, Fig. 29—34, Taf. 8, Fig. 1—23.
Field (135).

Fundort: Ostküste Nordamerikas. Juni-August.

16. *Bipinnaria* von *Asterias rubens* L.

Hensen (224), Sars (472), Greff (185), Semon (489), Taf. 2, Fig. 5—13.

Grösse: bis 2 mm. Fundort: in den dänischen Gewässern sehr gemein, ebenso an allen nordeuropäischen atlantischen Küsten. Mai-Juli. In der westlichen Ostsee und Kattegat noch im August und September.

17. *Bipinnaria laevis* Mrtsn.

Joh. Müller, 2. Abh., Taf. 3, Fig. 1—2, „Brachiol. v. Helsingör".

Grösse: 1,4 mm. Fundort: Helsingör. September.

18. *Bipinnaria megaloba* Mrtsn.

Mortensen, Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., p. 44, Taf. 3, Fig. 6.

Grösse: 1 mm. Fundort: Sargasso-See, 31,7° N., 43,6° W. August.

b. Brachiolarfortsätze flach mit Papillen an den Seiten.

19. *Bipinnaria papillata* Mrtsn.

Joh. Müller, 7. Abh., p. 35, Taf. 9, Fig. 7—12, „*Brachiolaria* v. Messina.

Wahrscheinlich nach Agassiz zu *Asterias tenuispinus* gehörig. Grösse: 1,7 mm. Fundort: Messina. Herbst.

Es ist selbstverständlich, dass dieses System von Mortensen nur provisorisch sein kann. Es ist hier abgedruckt worden, da es eine kurze Uebersicht über unsere jetzige Kenntniss frei schwimmender Asteridenlarven bietet.

D. Die Larven der Asteriden mit Brutpflege.

Eine Anzahl Asteriden sind bekannt geworden, bei denen eine Art Brutpflege vorkommt. Die Larve dieser Thiere lebt nicht pelagisch, es fehlt ihr die typische Wimperschnur; der Körper ist gleichmässig mit Wimpern bedeckt. Dieses Wimperkleid dient zur Fortbewegung. Weiter besitzen diese Larven besondere Haftorgane. Nach der Darstellung von Koren und Danielssen sollte bei *Palmipes miliaris* eine abgekürzte Entwickelung stattfinden. Wahrscheinlich verläuft sie aber in der-

selben Weise wie bei *Asterina*. Neue Untersuchungen sind dringend wünschenswerth.

Am besten ist durch Ludwig (307) und Macbride (Journ. Micr. Sc. Vol. 38) die Larve von *Asterina gibbosa* bekannt geworden, bei welcher sich am vorderen Körperende eine wulstförmige Verdickung, die in der Mitte eine tiefe Einsenkung zeigt, entwickelt. Diese Verdickung wächst in die Länge und stellt schliesslich die beiden Kopflappen der Larve dar, den vorderen kleinen und den hinteren grossen. Das ganze Organ übertrifft an Grösse den Larvenkörper.

Das Larvenorgan besteht aus den drei Körperschichten der Larve, der Haut (Ektoderm), mit einer Lage feiner Muskelzellen, die eine Krümmung und Verkürzung der Lappen zulassen, aus der Entodermschicht, die den Hohlraum — eine Fortsetzung des Enterocöls — auskleidet, und drittens zwischen beiden aus einer Mesodermlage (Bindesubstanz).

Mit Hilfe der Lappen des Organs saugt sich die Larve fest, wie zuerst Lacaze-Duthiers (273) beobachtet hat. Ludwig hat an einzelnen Larven den Kopflappen gegabelt gefunden, und giebt ihm das einen Grund, zwischen den drei Lappen und den Fortsätzen der *Brachiolaria* eine Homologie zu sehen, wie das früher Joh. Müller*) und Sars schon ausgesprochen hatten.

Aehnliche Haftorgane sind durch Sars (467, 468) bekannt geworden, so bei *Echinaster sanguinolentus, Asterias Mülleri*. Bei diesen Arten sind vier bis fünf Lappen zu unterscheiden. W. Thomson (537) fand bei *Asteracanthion violaceum* ein dreitheiliges Larvenorgan. Macbride ist mehr geneigt, das Larvenorgan mit seinen langen Cilien mit einem Theil der Wimperschnur der *Bipinnaria* zu vergleichen, den in der Mitte desselben gelegenen Hügel, der zur Anheftung dient, mit den Papillen auf den Armen einer *Brachiolaria*.

4. Der Uebergang der Larve in den Seestern.

Erst die letzten Jahrzehnte haben uns eine sichere Kunde von der Metamorphose der Larve und der Entstehung und Ausbildung der einzelnen Organe des sich bildenden Seesternes gebracht.

Durch Joh. Müller's Beobachtungen wusste man, dass sich der junge Seestern nur in einem Theile des Larvenkörpers anlege. Wenn er aber meinte, dass nur die Verdauungsorgane und das Wassergefässsystem der Larve in den Seestern übergingen, der übrige Larvenkörper aber nicht Verwendung finde, so hat sich durch die Untersuchungen zuerst von Agassiz (1) und Metschnikoff (347) diese Ansicht nicht festhalten lassen. Bei allen Asteriden, deren Entwickelung näher bekannt geworden ist, legt sich der Körper des Seesterns in einem kleinen Abschnitt der Larve an, und zwar im hinteren, indem er den Mitteldarm

*) Ueber den allgemeinen Plan in der Entwickelung der Echinodermen. Gel. i. d. k. Akad. d. Wiss. 19. Febr. u. 28. Oct. 1852. Berlin 1853.

umfasst. Stets ist die Anlage getrennt, das heisst es bildet sich eine actinale (orale) und abactinale (apicale) Anlage, die secundär verschmelzen. Der grösste Theil der Larve wird resorbirt, nicht aber abgeworfen.

A. *Bipinnaria.*

Die Anlage des Seesterns wird zuerst durch die fünfstrahlige Anlage des Wassergefässsystems erkennbar, die links vom Magen der Larve sich anlegt in Gestalt eines rosettenförmigen fünflappigen Gebildes. Zugleich rückt der Magen und die ihn umgebenden Theile auf die linke Seite. Bereits vorher hat die Skeletbildung begonnen, indem sich Mesenchymzellen dorsalwärts vom Magen auf der Oberfläche der rechten Seite des Enterocöls ansammeln und fünf radiär gestellte kleine Kalkstäbchen bilden. Diese Mesenchymanlage, die auf der dorsalen Fläche des künftigen Seesternes liegt, ist die „Echinodermanlage“ oder Kappe, die nach Joh. Müller aus der Umgebung des Magens, nach Al. Agassiz aus dem Wassergefässsystem sich bilden sollte, während Metschnikoff den eigentlichen Sachverhalt erst aufdeckte. Während die ersten Kalkgebilde entstehen, verdickt sich die Epidermis oberhalb der Skeletanlage. Die ersten Kalkstäbchen sind die Terminalplatten, denen die Basalplatten folgen. Die Skeletanlage verändert jetzt ihre Lage. Während sie bisher vertical stand, lagert sie sich in einen Winkel von etwa 25° zur Verticalebene. Zu gleicher Zeit lassen sich an der Epidermis fünf Gruppen von Hervorragungen erkennen, die erste Andeutung des Rückens des Seesternes.

Die Skeletanlage auf der rechten Seite des Magens wird durch diesen von der fünfstrahligen Hydrocölrosette, die auf der ventralen oder ambulacralen (actinalen) Seite des künftigen Seesternes liegt, getrennt. Die Larvenhaut faltet sich hier in fünf Falten oberhalb der fünf Strahlen des Hydrocöls und es entstehen Kalkspicula, die zu fünf radialen Platten auswachsen; weiter entstehen fünf Platten, deren Lage in der Nähe des Centrums der Scheibe eine interradiale ist. Später bildet sich eine centrale Kalkplatte. Die ventrale gesammte Anlage wächst nun in fünf Fortsätze aus, die die erste Anlage der fünf Arme des Seesternes darstellen und in welche je ein Fortsatz des fünfstrahligen Hydrocöls sich fortsetzt (X, 4).

Bevor die beiden Anlagen des Seesternes verwachsen, vollzieht sich die Rückbildung des vorderen Theiles der Larve mit den Anhängen. Sein allmähliches Schwinden war bereits durch Agassiz und Metschnikoff geschildert worden. Der Letztere*) hat später gezeigt, wie die Mesenchymzellen das gesammte Material resorbiren, um es später zum Aufbau des Körpers wieder abzugeben. Er schildert die Resorptionsvorgänge bei Asteridenlarven in folgender Weise: Indem ganze Larvenabschnitte während der Verwandlung rückgebildet werden, treten als

*) Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. Arbeiten a. d. Zoolog. Institut der Universität Wien, Bd., 5, 1884.

Trümmer der zu Grunde gehenden Zellen verschieden grosse Eiweisskügelchen auf, die allmählich von den Fortsätzen der wandernden amöboiden Mesenchymzellen aufgefressen und in ihrem Protoplasma verdaut werden.

Betrachtet man nach der Resorption der Larvenanhänge und des vorderen Theils die Larve, so sieht man die beiden jetzt flachen Anlagen des Seesternes sich genähert, indem der Magen der Larve sich abplattet. Sie rücken allmählich näher zusammen, um schliesslich zu verwachsen. Das Hydrocöl umwächst jetzt den Schlund und seine Fortsätze werden zu den Ambulacralgefässen. Der Magen nimmt eine charakteristische fünflappige Gestalt an, indem er sich dabei abplattet. Metschnikoff gab an, dass der Larven-Oesophagus schwinde und dass sich ein neuer Schlund bilde, der mit der Mundöffnung in Verbindung trete, nachdem er den Wassergefässring durchbohrt hat, während Agassiz beschreibt, wie das Hydrocöl den Schlund umwächst und in den Seestern aufgenommen wird. Beide Angaben entsprechen den Thatsachen. Nach den Untersuchungen Bury's*) hat man zwei verschiedene Entwickelungstypen zu unterscheiden. Bei der *Bipinnaria asterigera* Sars von *Luidia Sarsi* Düb. et Kor.) entsteht der definitive Oesophagus des Seesternes neu, bei den Larven von *Asterias rubens* und *glacialis*, die den zweiten Typus bilden, wird der Larvenschlund in den Seestern mit herübergenommen, er persistirt. Eine gleiche Controverse besteht über die Obliteration des Afters. Nach Metschnikoff u. A. obliterirt der Larvenafter, nach Agassiz hingegen wird er zum After des Seesternes. Seitaro Goto**) beschreibt an *Asterias pallida*, dass der After wie die Mundöffnung eine Neubildung ist.

B. Die Larven ohne Bipinnariastadium (*Asterina* u. A.).

Der Uebergang der Larve in den Seestern vollzieht sich bei den Formen mit Brutpflege in einfacherer Weise. Uebereinstimmend legt sich aber auch bei ihnen der Seestern an zunächst in Gestalt zweier getrennter Anlagen, die erst später verschmelzen. Am besten ist der Entwickelungsgang für *Asterina gibbosa* durch Ludwig und Macbride***) bekannt geworden. Wir hatten die Larve dieser Art, die sich durch das mächtige Larvenorgan auszeichnet, bereits geschildert.

Das Hydrocöl hatten wir in dem Stadium verlassen, wo es bereits seine fünf Ausbuchtungen zeigt. Von aussen betrachtet, erkennt man diese Gebilde dadurch, dass sie die Körperwand der Larve auf der linken Seite hervorwölben (IX, 4). Ihre weitere Umbildung, jede Ausbuchtung wird zunächst drei-, dann fünflappig, lässt sich ebenfalls äusserlich

*) The Metamorphosis of Echinoderms, Quart. Journ. of Microscop. Sc. Ser. 2, Vol. 38. 1895, S. 45—135.

**) Seitaro Goto, Journ. of the Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 10, Pt. 3, 1898.

***) The Development of *Asterina gibbosa*, The Quart. Journ. of Microscop. Sc. N. Ser. No. 7 (Vol. 38, P. 3), 1896, S. 339—411.

erkennen. Diese Lappenbildung stellt die ambulacralen Armanlagen dar. Auf der antiambulacralen (dorsalen, apicalen) bilden sich durch Ansammlung von Mesenchymzellen Verdickungen, die ebenfalls äusserlich durch fünf Hervorragungen des Epidermis erkennbar sind. Dies sind die antiambulacralen Armanlagen (IX, 4), von denen drei auf der rechten, ventralen, die übrigen beiden aber links von der hinteren Mittellinie der Larve liegen. Alle fünf antiambulacralen Armanlagen haben eine bogenförmige Anordnung. Die Lage des antiambulacralen zum ambulacralen Bogen ist anfänglich schief zu einander; indem sie sich aber allmählich näher rücken, kommen die Ebenen beider Bogen fast parallel zu liegen. In diesem Stadium bilden sich die ersten Skeletstücke in Gestalt kleiner Kalkkörper. Ihre Entstehung soll weiter unten im Zusammenhang mit der Entwickelung des Skeletes besprochen werden.

Bereits am achten Tage hat sich die Larve mit der scheibenförmigen Erhebung, die sich im Centrum des Larvenorganes gebildet hat, festgesetzt. Die Befestigung geschieht in der Weise, dass die Ektodermzellen, die eine cylindrische Gestalt besitzen, als Drüsenzellen functioniren und eine schleimige Masse, die zur Anheftung dient, abgesondert haben (Macbride). Am neunten und zehnten Tage ist die Metamorphose vollendet. Zunächst beginnt das Larvenorgan sich zu verkürzen und rückzubilden, sodass später nur ein kurzer kolbenförmiger Fortsatz am zehnten oder elften Tage sich auf der Bauchseite des jungen Seesternes erkennen lässt (X, 2). In derselben Weise, wie das Larvenorgan resorbirt wird, ist es mit dem Munddarm der Larve der Fall: er bildet sich zu einem Rudiment zurück. In diesem Stadium besitzt die Larve weder Mund noch After. Die Mundöffnung entsteht als eine Ausbuchtung am oberen Theile des Magens, welche schliesslich nach Erreichung der Körperwand nach aussen durchbricht. Jetzt wird der neu entstandene Oesophagus vom bogenförmigen Hydrocöl umwachsen, das sich vom Enterocöl nunmehr vollständig abgeschnürt hatte. Der Darm lässt jetzt, nachdem er sich sackartig erweitert hat, fünf radiär gestellte Buchten erkennen, während er zugleich seine Lage verändert. Nachdem äusserlich die Füsschen- und Fühleranlagen erkennbar geworden sind, erfolgt die Verschmelzung der antiambulacralen (apicalen) mit der ambulacralen (oralen) Armanlage. Dies geschieht aber nicht in der Weise, dass die Verschlussstellen der beiden Bogen (s. oben) übereinander zu liegen kommen, sondern es schieben sich die Enden beider Bogen in entgegengesetztem Sinne übereinander und verschmelzen erst dann miteinander. Auf diese Weise ist die Bildung des Seesternes aus zwei getrennten Anlagen vollzogen.

5. Histologie der Larve.

Die äussere Körperwand der Larve wird von der Epidermis, dem Ektoderm, gebildet. An der Bipinnarialarve besteht das einschichtige

Epithel aus abgeplatteten Zellen, die Metschnikoff (347) als polygonale Zellen mit grossen wasserhellen Kernen und punktförmigen Kernkörperchen versehen schildert, die der Wimpern entbehren. Auf den Wimperschnüren hingegen sehen wir hohe cylindrische Zellen, deren jede mehrere Wimpern trägt, wie Field für *Asterias vulgaris* abbildet. Auf der Spitze des Frontalfeldes hat derselbe Forscher eine erhöhte Stelle gefunden, die durch lange cylindrische bewimperte Zellen gebildet wird. An der Basis dieser Zellen erwähnt er Gebilde, die Nervenfasern ähneln. Die ganze Stelle homologisirt er der Apicalplatte.

Das Epithel der Larve von *Asterina*, deren Histologie durch Macbride ausführlich geschildert worden ist, ist je nach der Körperstelle verschieden gebaut. Gemeinsam sind allen Zellen Wimpern. Die Gestalt der Zellen ist bald cubisch, gewöhnlich aber cylindrisch. Am Larvenorgan sind die Wimpern der langen Zellen sehr verkürzt. An der Basis der Zellen fand Macbride eine Schicht von Fibrillen, die wohl zu einem Larven-Nervensystem gehören. Ein den Mund umkreisendes Nervensystem wurde bisher vergeblich gesucht.

Eigenthümliche Becherzellen, die als helle Räume zwischen den Zellen hervortreten, sind im Ektoderm zerstreut.

Der Darm der Larven ist von seiner Bildung an mit Wimpern versehen. Seine Epithelschicht stellt das Entoderm der Gastrula dar. Es sind cylindrische Geisselzellen, die es bilden.

Die Leibeshöhle wird bereits im Stadium des Entero-Hydrocöls von einer Schicht cubischer, anfangs bewimperter Zellen begrenzt. Diese Zellen können an einzelnen Körperstellen an ihrer Basis Muskelfasern ausscheiden und sind somit Epithelialmuskelzellen (IX, 11), wie aus der Beschreibung Macbride's für *Asterina gibbosa* hervorgeht. Die Gestalt der polygonalen Peritonealzellen ist wechselnd, je nach dem Contractionszustand sind sie mehr abgeplattet oder cubisch geformt. Macbride beobachtete, wie aus diesem Peritonealepithel einzelne Zellen sich loslösten und zu den von ihm Amöbocyten genannten Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit werden. Die Wanderung solcher Zellen in die Darmwand hinein gleich Lymphzellen schildert derselbe Forscher.

Im Hydrocöl besteht das Epithel ebenfalls aus einer Schicht von Cylinderzellen, die lange Wimpern tragen.

Jedem, der Bipinnarien lebend untersuchte, werden die Körperbiegungen bekannt sein, die nach Metschnikoff (347), der sie zuerst beschrieb, die Folge von Contractionen besonderer Muskeln sind. Einfache oder verästelte feine Muskelzellen sind in zwei Hauptbündel angeordnet, die am Epithel des Frontalfeldes einerseits inseriren, andererseits am Epithel unterhalb der äquatorialen Mittellinie des Larvenkörpers sich anheften.

Field fand mesenchymatöse Muskelzellen auf der Rückenwand der Larve zwischen Magen und Körperwand angeheftet. Ihre Wirkung erstreckt sich in dorso-ventraler Richtung.

III. Weiterentwickelung der einzelnen Organe.

1. Die Epidermis und das Nervensystem.

Wie aus unserer Darstellung sich ergiebt, geht die Epidermis der Larve, das Ektoderm, direct über in die des jungen Seesternes. Das Wimperkleid derjenigen Formen, welchen das frei schwimmende Larvenstadium mangelt, bleibt demgemäss erhalten. Erst später treten Modificationen auf, indem die Wimpern an einzelnen Stellen, so nach Macbride*) auf der aboralen Fläche, zu fehlen scheinen. Derjenige Theil der Epidermis, welcher über dem Wassergefässsystem liegt, verdickt sich, indem seine Cylinderzellen länger werden. Zu gleicher Zeit sollen nach Ludwig's Darstellung Zellen, die in der Tiefe des Epithels lagern und wahrscheinlich durch Theilung aus den cylindrischen Epithelzellen entstanden sind, sich lang spindelförmig ausziehen und sich mit ihrer Längsachse parallel zur Oberfläche der Haut lagern. In diesen Spindelzellen glaubt Ludwig die ersten Anfänge des Nervensystems zu erkennen. An ihrer Stelle liegt später die feinfaserige Nervensubstanz. Diese Bildungen gehen zuerst in dem die spätere Mundöffnung umkreisenden epithelialen Ringwulst vor sich.

Macbride schildert die Entstehung an derselben *Asterina gibbosa* folgendermaassen: Am zehnten Tage, also am Ende der Metamorphose, sah er an derselben Stelle wie Ludwig die erste Anlage, indem die Epidermiszellen sich verschmächtigten und faserförmig wurden, wobei die Kerne in verschiedenen Höhen liegen. An ihrer Basis treten die ersten Fibrillen in Gestalt feinster Fäserchen auf.

Die gleiche Bildungsweise, nämlich Verdickung des Epithels durch Verlängerung und Verschmächtigung seiner Zellen vollzieht sich in der Epidermis, die über den Wassergefässen liegt. Die radiären Nerven setzen sich vom Schlundring fort bis in die Enden der Fühler, um vor diesen zu dem Augenpolster anzuschwellen, in dem später die Augenflecke sich bilden.

Macbride hat in der Epidermis des jungen Seesternes besondere Zellen entdeckt, die er als Sinneszellen bezeichnet. Er fand Zellen, die mit einem feinen Haar über die Oberfläche der Haut hervorragten. Die erste Anlage der Augenflecke hat zuerst derselbe Forscher beobachtet. Jeder Sehfleck legt sich in Gestalt einer Einstülpung des Epithels an, deren Achse von polygonalen Glaskörperzellen, wie gegen die Cuénot'schen Angaben besonders betont wird, angefüllt ist.

2. Das Mesenchym und seine Producte.

A. Die Cutis und die Entwickelung des Skeletes.

Wir haben oben gesehen, dass der Hohlraum zwischen Ektoderm und Entoderm von dem sogenannten Gallertkern, in den Zellen, die

*) Journ. of Microscop. Sc. Vol. 38, S. 383.

Mesenchymzellen, einwanderten, ausgefüllt wurde. Später tritt dieses Mesenchym auf als ein Gewebe, das zwischen die einzelnen Organe des Ekto- und Entoderms eingeschoben ist. Dieses Mesenchymgewebe wird am jungen Seestern zur Bindesubstanz oder Bindegewebe, welches in der Körperwand unterhalb der Epidermis als Cutis fortbesteht. In ihr werden die Skelettheile abgeschieden.

Während der Metamorphose sehen wir im Mesenchym die amöboiden Zellen vertreten. Alsbald aber bilden sich Fasern oder Fibrillen, die durch Auswachsen der Zellen an zweien oder mehreren Polen entstehen, wie ich mich an jungen Seesternen von 3 mm Durchmesser oft überzeugt habe. Sobald diese Bindesubstanzfasern ein netzförmiges Gefüge zeigen, beginnt die eigentliche Verkalkung der Haut. Weit früher aber hat sich, wie wir bereits sahen, die Entwickelung der ersten Skeletstücke vollzogen. Zwei Gruppen waren es, die wir unterschieden, nämlich die eine auf der Dorsalseite, die andere auf der ventralen Seite gelegen. Im Folgenden schliessen wir uns eng an die Darstellung Ludwig's (307) an, und fügen nur anhangsweise spätere Angaben bei. Bereits zu der Zeit, wo an der fünfbuchtigen Hydrocölanlage die blinden Enden drei Ausbuchtungen erkennen lassen, treten jederseits von der Basis einer jeden Hydrocölausbuchtung kleine Kalkkörperchen im Mesenchym auf, die die ersten Anlagen der füuf Paar Ambulacralsstücke der Seesternarme sind (X, 2). Sobald die Hydrocölbuchten fünflappig werden, entsteht zwischen dem proximalen und distalen Paare der Lappen, d. h. den Füsschenanlagen, das zweite Paar der ambulacralen Wirbelstücke, und so fort in derselben gesetzmässigen Weise.

Auf der dorsalen oder apicalen Anlage treten am siebenten Tage die ersten Skeletstücke des dorsalen Perisoms auf. Es sind elf Platten, die dicht unterhalb der Epidermis zu liegen kommen. Die eine von ihnen tritt am frühesten auf. Sie liegt rechts vom Rückenporus und wird zur Madreporenplatte, *T 5*. Später umwächst sie erst den Rückenporus mit ihrem linken Rande. Jetzt entstehen die zehn übrigen Skeletstücke, es sind die fünf Terminalia oder Radialia (einschliesslich der Madreporenplatte) in der Mitte einer jeden antiambulacralen Armanlage, und nach innen von ihnen treten die fünf Interradialia oder Basalia, nacheinander in zwei Reihen angeordnet, auf. Das elfte Kalkstück ist die Anlage der Centralplatte des Seesternrückens, das Centrale. Sowohl die Interradialia wie das Centrale entstehen über dem rechten Enterocöl auf der rechten Seite der Larve. Das gilt für *Asterina* ebenso wie für die Seesterne mit Bipinnarialarven. Die Terminalia hingegen entstehen bei der *Bipinnaria* frühzeitiger als die Hydrocölbuchten, wie Bury (77) gezeigt hat. Sie lagern über dem linken Enterocöl der Larve (X, 6).

Die bisher geschilderte Anlage des Skelets vollzieht sich während der Metamorphose. Am Ende derselben beginnt bereits die erste Entstehung der Stacheln, wie sie S. 541 f. geschildert worden ist.

Am jungen Seestern nehmen nunmehr die bereits entstandenen Platten

an Grösse zu. Weiter aber entstehen neue Platten, sodass man am sechzehnten Tage 15 neue Platten beobachten kann, von denen fünf radial, fünf Paar interradial gelagert sind. Auf der Bauchseite des jungen Seesternes hat sich in jedem Interradius je eine Platte angelegt, die unpaare Interambulacralplatte (Odontophor Viguier's, Oralia). Später entstehen seitlich von den Ambulacralplatten die Adambulacralplatten. Die weitere Entstehung vollzieht sich in der Weise, dass sowohl Ambulacralia wie Adambulacralia am adoralen Rande des Terminale sich bilden und zwar in der Reihenfolge der Füsschenpaare. Aus der Verschmelzung der fünf ersten und zweiten Paare der Ambulacralia geht später das Mundskelet hervor.

B. Die Spaltbildungen im Mesenchym.

Als echte Spaltbildungen in der Bindesubstanz des Seesternes fasse ich das zuerst von Greeff (187) entdeckte Hautkanalsystem auf, dessen Entstehung ich am jungen Seestern, *Asterias rubens*, Schritt für Schritt verfolgen konnte. Diese Hohlräume treten als Risse und Spalten in der tieferen Lage der Cutis der Haut auf, die sich allmählich vergrössern, miteinander verschmelzen und bei grösseren Thieren grössere Hohlräume darstellen. Bindegewebszellen nehmen in Gestalt eines Endothels an der Begrenzung dieser Lakunen theil.

Das sogenannte Blutlakunensystem (Blutgefässsystem Ludwig's).

Als unzweifelhafte Spaltbildungen sind die von Hamann (212) als Blutlakunen bezeichneten Stämme anzusehen. Den Ausdruck „Blutgefässe“ sollte man schon aus dem einfachen Grunde vermeiden, da Muskelfasern fehlen, eine Contractilität also nicht möglich ist. Aus dem gleichen Grunde wies ich seiner Zeit die Bezeichnung „Herz“ für das Axialorgan zurück, weil eine Muskulatur nicht nachweisbar war.

An der Larve von *Asterina* glaubte Ludwig die erste Anlage seines Blutgefässsystems in Gestalt einer Spalte in der Mesenchymschicht am unteren Rande der Darmausbuchtung gefunden zu haben. Hamann (212) bezweifelte, dass dieser Hohlraum die Anlage des Gefässsystems sein könne, da dieses ja die Septen in den Perihämalräumen voraussetze, in denen es in Gestalt verzweigter Lakunen sich finde. Durch Macbride's Untersuchungen hat sich nun herausgestellt, dass jener von Ludwig beschriebene Hohlraum keine Mesenchymspalte, sondern ein Theil des oralen Enterocöls ist, das den Schlund der jungen Larve umfasst. Die Lakunen entstehen erst, wenn in den oralen Perihämalräumen die Septen sich gebildet haben. Diese stehen anfangs mit dem Axialorgan in Verbindung. Die Darstellung Russo's lässt die perorale Blutlakune als Verlängerungen des Axialorganes entstehen. Von ihm aus bilden sich später durch Fortsätze die radialen Lakunen mit den Septen.

Sobald die Septen sich stärker entwickeln, treten in ihnen die Spalträume stärker auf. Ob nun diese Spalträume, die Lücken in der Binde-

substanz darstellen, als Blutlakunen aufzufassen sind, ist eine andere Frage. Im Vergleich zu den Bildungen, die wir bei den Seeigeln als Blutlakunen bezeichnen, sind sie in ihrem Bau und ihrer Ausdehnung als sehr rückgebildet oder noch als auf dem Anfangsstadium stehen geblieben anzusehen.

Die Perihämalräume sind Fortsetzungen der Leibeshöhle. Macbride giebt an, dass der innere vom Axialsinus gebildet wird. Den äusseren lässt hingegen Goto*) als Spalte in einer Ansammlung von Mesenchymzellen entstehen. Dieser japanische Forscher rechnet gegen die Anschauung Macbride's die Peribranchialräume, das Kanalsystem der Haut zu den mesenchymatösen Bildungen. Künftige Untersuchungen müssen hier die nöthige Aufklärung bringen.

3. Das Septal-(Axial)organ.

Aus den im Einzelnen abweichenden Darstellungen von Russo (454)**), Bury (77), Macbride (323)***) und Goto†) geht mit Sicherheit hervor, dass dieses Organ eine Bildung der Enterocölzellen ist. Russo lässt es bei *Asterina gibbosa* aus dem Zellbelag des Axialsinus hervorgehen, der dem Steinkanal am nächsten liegt. Es bildet sich ein solider Zellstrang, der in das Lumen des Axialsinus hervorragt.

Nach Macbride's Darstellung ist seine Entstehung complicirter. Schon frühzeitig in dem Stadium (Taf. X, Fig. 2) zeigt sich die erste Anlage des Axialorganes, indem sich eine Hervorwölbung des Epithels des Axialsinus mit dem darunterliegenden Mesenchym gebildet hat. Unmittelbar darauf sieht man einen Theil des Peritoneums, welches den Axialsinus vom linken hinteren Theil der Leibeshöhle der Larve trennt, eingestülpt. Diese Enterocölzellen-Einstülpung *germ* ist die erste Anlage sowohl der Genitalrhachis als auch des Kerns des Axialorganes. Von dieser Zelleinstülpung aus wächst ein Zellstrang in die erste Anlage, die oben als Hervorwölbung in den Axialsinus bezeichnet war, die sie endlich anfüllt (X, 9). Somit ist die Anlage des Axialorganes und der Geschlechtsorgane eine gemeinschaftliche.

4. Die Entstehung der Geschlechtsorgane.

Wie wir soeben sahen, ist die Anlage des Axialorganes und der Geschlechtsorgane eine gemeinschaftliche. Bei letzteren muss man aber nach Hamann (212) unterscheiden zwischen der Reifungsstätte der Geschlechtsproducte — den Geschlechtsschläuchen (Gonaden) — und den Genitalröhren oder der Genitalrhachis.

Wie Macbride gezeigt hat, setzt sich die Genitalrhachis in den

---

*) The Metamorphosis of *Asterias pallida*. Journ. of the Coll. of Sc. Imp. University, Tokyo, Vol. 10, Pt. 3.

**) und Atti Accad. d. science fis. e mat. di Napoli, Ser. 2, Vol. 6, No. 14, 1894.

***) und Quart. Journ. of Microscop. Sc. N. Ser. No. 151 (Vol. 38, Pt. 3), S. 365.

†) Journal of the Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 10, Pt. 3, 1898.

Aboralsinus fort, der in Zusammenhang mit dem Axialsinus steht, und zwar in Gestalt eines fünfeckigen ringförmigen Stranges, der in den Interradien der dorsalen Scheibenwand fünf Paar Aeste abgiebt, an deren Enden die Gonaden entstehen. Durch die Entwickelungsgeschichte ist somit die Entdeckung Hamann's (213), der zuerst bei allen Echinodermen, mit Ausnahme der Holothurien, das Vorhandensein einer Genitalrhachis nachwies, bestätigt worden.

An jungen *Asterias rubens* von 7 mm Grösse, also zur Zeit, wo noch keine Gonaden wahrnehmbar sind, fand Hamann in der Rückenwand der Scheibe in einem wenig entwickelten Bindegewebsseptum gelegen in Gestalt eines Ringstranges und davon abgehenden zehn Schläuchen die Genitalröhrenanlage oder Genitalrhachis auf, die mit dem Axialorgan in Zusammenhang stand. Sowohl der Ringstrang als auch die von ihm abgehenden zehn Genitalröhren verlaufen in einem in den aboralen Sinus — eine Fortsetzung des Axialsinus — hineinragenden bindegewebigen Aufhängeband oder Septum (VII, 2). Die zehn Genitalröhren endeten blind mit einer Anschwellung, die erfüllt war von denselben Zellen wie der Ringstrang mit seinen Röhren. Die Zellen, die Urkeimzellen, zeichnen sich durch ihren grossen kugligen Kern aus, der den grössten Theil der Zelle einnimmt. Der Hohlraum in der Anschwellung vergrössert sich allmählich, indem die Zellen eine epitheliale Lagerung einnehmen. Die Anschwellung selbst wächst zu einem Schlauche aus, der die Bindesubstanzschicht mit dem Cölomepithel in die Leibeshöhle hervorstülpt. So entsteht die junge Gonade. In ihnen reifen die Urkeimzellen zu den Eiern oder den Samenzellen (X, 7).

Cuénot (92) hatte im gleichen Jahre (1887) den Zusammenhang des Axialorganes mit den Genitalröhren oder Genitalrhachis beobachtet. Er hält aber die Zellen, die er in den Hohlräumen des Axialorganes fand, für identisch mit seinen Amöbocyten, wie sie in der Leibeshöhle und im oralen Blutlakunenring flottiren. Nach Cuénot ist das Ei, wie es in der Gonade entsteht, homolog einer Blutzelle. Es lässt sich aber leicht feststellen, dass die Inhaltszellen der Genitalrhachis mit ihren Verzweigungen eine von den Cölomzellen abweichende Gestalt haben und mit den Inhaltszellen, die in den Hohlräumen des Axialorganes angetroffen werden, übereinstimmen (VII, 2 und X, 7). Sie zeichnen sich durch ihren grossen kugligen Kern, wie überhaupt durch ihre Gestalt aus, sodass ich sie mit Recht als Urkeimzellen zu bezeichnen glaubte, da Eier wie Sperma aus ihnen sich bilden. Bei jungen Exemplaren von *Asterias rubens*, deren Axialorgan nur wenige Kanäle in seinem Inneren zeigte, bestand die Auskleidung aus denselben grosskernigen Zellen, wie ich durch einen Holzschnitt [S. 54 Die Asteriden, 1885 (212)] erläutert habe.

Nach Macbride's Beobachtungen entsteht die Genitalrhachis aus derselben Zelleneinstülpung, welche dem Axialorgan den Ursprung gab, und (X, 9) zwar aus einem seitlichen Auswuchs der ursprünglichen Zellwucherung des eingestülpten Cölomepithels, von dem aus, wie oben

geschildert wurde, die Anlage des Axialorganes ebenfalls als eine directe Zellwucherung ihren Ausgang nahm. Der Aboralsinus, welcher die sich bildende Rhachis einschliesst, wird zur selben Zeit gebildet, er ist ein Abschnitt des Cöloms.

Nach Macbride's Untersuchungen sind die jungen Anlagen der Geschlechtsorgane (Gonaden) bei *Asterina* zunächst solide von Urkeimzellen angefüllte Wucherungen der Genitalrhachis. Mit dem weiteren Wachsthum bildet sich in ihnen ein centraler Hohlraum. Sowohl der fünfeckige ringförmige Strang wie die paarigen Aeste der Genitalrhachis als auch die wachsenden Gonaden lagern in Hohlräumen, die Enterocölbildungen sind. Sie entstehen als Ausstülpungen des Axialsinus, indem die Rhachis gleichsam bei ihrer Entwickelung eine Ausstülpung des letzteren vor sich hertreibt.

5. Das Wassergefässsystem.

Während sich an den Bipinnarialarven das Hydrocöl in Gestalt einer Blase vom linken Entero-Hydrocöl abtrennte, die am Hinterende durch den Rückenporus nach aussen mündet, sahen wir, dass bei *Asterina* das Hydrocöl mit dem vorderen Enterocölabschnitt zunächst in Verbindung bleibt und sich erst später abschnürt. Demgemäss war die Weiterentwickelung eine verschiedene.

Am sechsten oder siebenten Tage zeigte das Hydrocöl bei *Asterina* die Anlage der fünf Radiärgefässe in Gestalt von fünf Ausbuchtungen. Zu dieser Zeit legt sich der Steinkanal an. Ludwig (307) hat zuerst betont, dass Steinkanal und Porenkanal verschiedene Bildungen seien. Bury (77), Macbride*) und später Goto**) haben diese Angaben Ludwig's bestätigt sowohl für *Asterina* als auch für andere Seesternarten. Von welcher Wichtigkeit für die allgemeinen Anschauungen von der Stellung der Seesterne im Kreise der Stachelhäuter diese Thatsache ist, werden wir später sehen.

Der Steinkanal entsteht nach Ludwig's Darstellung an der dem Körperinnern der Larve zugekehrten Wand des Hydrocöls in Gestalt einer Rinne, die sich bald zu einem Kanal schliesst. Dieser Kanal mündet einerseits zwischen der vierten und fünften Ausbuchtung in das Hydrocöl, andererseits in das Enterocöl, und zwar dicht neben der Einmündungsstelle des Rückenporus. Es ist also keine geschlossene Verbindung von Rückenporus und Steinkanal vorhanden. Diese soll später nach Ludwig eintreten, sodass beim erwachsenen Thiere der erstere seinen Zusammenhang mit dem Enterocöl, der Leibeshöhle, aufgegeben hätte. Wie es hiermit steht, davon Näheres weiter unten.

Goto schildert für *Asterias pallida* die erste Anlage des Steinkanals in derselben Weise, ebenso Macbride für *Asterina*, der den Steinkanal

*) Quart. Journ. of Microsc. Sc. Vol. 38, 1895.

**) Zool. Anz., Bd. 19, 1896, und Journ. of the Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 10, Pt. 3, 1898.

in Gestalt einer Vertiefung, die sich später zu einem Kanal schliesst, an der vorderen Fläche des transversalen Septums, das die hintere Wand des linken vorderen Cölomabschnittes der Larve bildet, entstehen lässt (IX, 8).

Nach dem siebenten Tage vollziehen sich an der fünfstrahligen Hydrocölanlage folgende Veränderungen. Die fünf Strahlen oder Lappen werden an ihren blind geschlossenen Enden erst dreilappig, hierauf fünflappig, dabei sind die fünf Buchten derartig angeordnet, dass die paarigen zu den Seiten der unpaaren liegen (X, 1—3); der unpaare Lappen ist die Anlage des Fühlers, die paarigen sind die Anlagen der ersten beiden Füsschenpaare. Alle später auftretenden Füsschenanlagen legen sich an zwischen der distalen der beiden ersten Paare von Füsschenanlagen und der terminalen Ausbuchtung, sodass diese nicht nur als Fühleranlage, sondern auch als Anlage des radiären Wasserzuflusses und aller Füsschenpaare desselben vom zweiten Füsschenpaare an bis zur Armspitze zu gelten hat (Ludwig). Die Bildung der Hydrocölbuchten ist bei allen Asteriden die gleiche, wie aus den älteren Beobachtungen von Agassiz (5) und Metschnikoff (347) hervorgeht.

Wie die Figuren 1 und 2, X, zeigen, wölben die Hydrocölbuchten die Körperwand der Larve hervor, sodass sie äusserlich erkennbar sind.

Die vollständige Abschnürung des Hydrocöls erfolgt am zehnten Tage, indem eine Scheidewand an seiner Uebergangsstelle in das Enterocöl des Larvenorganes entsteht. Das Hydrocöl umwächst den Schlund des jungen Seesternes und es schliesst sich die Wassergefässanlage zu einem den Seesternschlund rings umgebenden Ring (X, 3). Die Beobachtungen Metschnikoff's an der *Bipinnaria* liessen eine andere Bildungsweise vermuthen. Das Hydrocöl hat zunächst die Form einer geschlossenen Rosette, die in der Mitte durch den Schlund durchbrochen wird. Es umwächst also die Hydrocölanlage nicht den Schlund und bildet sich auf diese Weise der Wassergefässring, sondern erst durch die Durchbrechung des Schlundes entsteht ihre definitive ringförmige Gestalt. Diese von Ludwig (207) bezweifelten Angaben hielt Metschnikoff (350) jedoch aufrecht. Bury bestätigte die Darstellung durch seine Beobachtungen an der *Bipinnaria asterigera*, nicht aber für *Asterias rubens* und *glacialis*. Agassiz lässt den Wassergefässring den primitiven Schlund umwachsen, und Goto behauptet, dass bei *A. pallida* der Wassergefässring bereits vor dem Durchbruch des Mundes zu erkennen ist, stimmt also für diese Art mit Agassiz überein. Aus diesen verschiedenen Beobachtungen geht hervor, dass die Bildung bei den einzelnen Arten jedenfalls verschieden ist. — Nach Ludwig sollen sich alsbald die inneren Mündungen des Steinkanales und des Rückenporus vereinigen, sodass das Wassergefässsystem völlig vom Cölom abgeschlossen wäre. Dieser Schilderung wird von den späteren Forschern widersprochen. Goto*) beobachtete,

*) Zool. Anz., Bd. 19, 1896, S. 271, und Journ. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 10, Pt. 3, 1898, S. 239, und ebenda Vol. 12. Pt. 3, 1898, S. 227.

dass die Oeffnung des Porenkanals und des Steinkanals in den Axialsinus, also in einen Theil der Leibeshöhle, durch das ganze Leben bestehen bleibt. Er beschreibt eine Oeffnung auf der rechten Seite der Sagittalebene und fand sie bei *Asterina gibbosa*, *Asterias pallida* und *tenera*, *Solaster endeca* und *Cribrella sanguinolenta*. Diese Beobachtungen bestätigten die früheren Angaben von Cuénot (91), Durham (121), Bury (77) und Macbride*).

Ich untersuchte die Madreporenplatte und den Steinkanal von *Asterias rubens* an jungen wie alten Thieren und muss mich den Beobachtungen derjenigen Forscher jetzt anschliessen, die nicht alle Porenkanälchen der Madreporenplatte in den Steinkanal und seine Ampulle münden lassen. Die Figuren von Goto, die er Taf. 24 von *Cribrella sanguinolenta* und *Astropecten* giebt, stimmen vollständig überein mit denen von *A. rubens*. Auch beim erwachsenen Seestern communicirt ein Theil der peripheren Porenkanäle mit dem als Axialsinus benannten Abschnitt der Leibeshöhle, und ist somit das gleiche Verhalten wie bei den *Crinoiden* zu beobachten.

Die Füsschen des jungen Seesternes sind anfänglich ohne Saugscheibe wie der Fühler gebildet. Bei *Asterina* entwickelt sie sich in der fünften Woche; weiter entsteht das Kalkskelet und die Muskelfibrillen in der Wandung. Schon 13 Tage alte Larven lassen die erste Andeutung der Taschenventile erkennen. Die Füsschenampullen mit einer Lage dünner Muskelfasern in der Wand fand Ludwig an fünf Wochen alten Thieren ausgebildet. Um diese Zeit sind auch am Ringkanal des Wassergefässsystems die Anlagen der Tiedemann'schen Körper in Gestalt kleiner Aussackungen vorhanden, die mit einem kurzen Kanal in den Ringkanal münden. Indem sich die Oberfläche mehr und mehr faltet, entsteht die spätere Gestalt des lappigen Organs.

6. Der Darmkanal.

Die erste Entwickelung des Darmkanals und sein Verhältniss zum Urdarm ist bereits oben dargestellt. Wir hatten gesehen, dass bei *Asterina* sich der Urmund, Blastoporus, schloss, und dass der Munddarm der Larve durch eine neue ektodermale Einstülpung gebildet wurde (IX, 6). Dieser Larvenmunddarm bildet sich am achten und neunten Tage zurück, indem seine Verbindung mit dem Magendarm unterbrochen wird und er eine blindgeschlossene Grube darstellt, in die die Mundöffnung noch hineinführt. Der definitive Munddarm wird durch eine Ausbuchtung am oberen Theile des aus dem Gastruladarm entstandenen Hauptabschnittes des Darmes gebildet. Diese Ausstülpung wird alsbald dreilappig. Die drei Buchten haben zu den fünf radiären Wassergefässen eine bestimmt aus Fig. 3, X, erkennbare Lagerung. Endlich bricht die Ausstülpung nach aussen durch. Der After bildet sich erst später, am fünfzehnten

*) Quart. Journ. of Microsc. Sc. Vol. 38, 1896.

oder sechzehnten Tage in dem Interradius der Larvengegend am Rande der Centralplatte. An der Stelle, wo die Darmwand sich an den After ansetzt, entsteht ein interradiärer Blindsack. Am Haupttheil des Darmes, dem Magendarm, entwickeln sich fünf Buchten, die sich an ihren Enden gabeln und die fünf Paare von radiären Blindsäcken bilden, die in die Arme hineinwachsen.

Agassiz*) hatte früher bei Bipinnarien beobachtet, dass der Mund des Seesternes dadurch entstände, dass der lange Oesophagus zusammenschrumpfe, bis die Mundöffnung der Larve auf das Niveau der Oesophagusöffnung gelangt sei, die dann zum Munde würde. Ebenso liess er den Larvenafter persistiren. Diesen Angaben wird von Goto widersprochen. Er beobachtete vielmehr, dass der Larvenmund und der After atrophiren.

Bury unterschied, wie bereits hervorgehoben wurde, zwei Typen. Bei dem ersten, *Bipinnaria asterigera*, persistirt der Larvenschlund nicht; es bildet sich der Schlund des Seesternes von neuem. Beim zweiten Typus, *Asterias rubens* und *A. glacialis*, soll der Larvenschlund bestehen bleiben. Bewahrheiten sich diese Angaben, so ist der Schlund der Seesterne bei einer Gruppe ektodermalen, bei einer zweiten aber entodermalen Ursprunges, was doch etwas unwahrscheinlich erscheint.

7. Die Muskulatur.

Bereits in den frühen Jugendstadien der Larve beobachteten wir, wie bereits kurz erwähnt wurde, die ersten Muskelzellen. Sie sind unstreitig mesenchymatösen Ursprungs, worauf ihre Lage und ihr Bau deuten. An der jungen *Bipinnaria* treten die ersten Muskelzellen nach Metschnikoff als zwei Bündel auf, die an der Epidermis des vorderen Larvenendes inseriren und bis über die äquatoriale Mittellinie des Körpers hinabsteigen. Ebenso erwähnt Field (135) bei der *Bipinnaria* von *Asterias vulgaris* mesenchymatöse Muskelfasern, von denen ein Theil Ursache der Längscontractionen des Schlundes ist. Weiter beschreibt er besondere Längsmuskelbündel, ähnlich wie Metschnikoff. Fig. 1, Taf. IX, zeigt den Verlauf dieser Muskelfasern nach einer Figur von Mortensen.

Die Muskelfasern der Pedicellarien sind jedenfalls auch als mesenchymatösen Ursprunges anzusehen, also aus Zellen der Bindesubstanz gebildet, da bei der Entstehung dieser Hautanhänge die Bindesubstanz und Epithel theilnehmen. Nach Hamann (211) gehören auch die Quermuskeln zwischen den Ambulacralwirbeln der ventralen Körperwand hierher. Diese Muskelfasern sind an ihrem Ende in einzelne Fasern getheilt, mit welchen die Anheftung an den Rücken des Kalkskelets der Haut ermöglicht wird.

Epitheliale Muskelfasern, das heisst solche, die noch mit ihren

*) Journ. of the Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 10, P. 3, 1898.

Bildungszellen zusammenhängen, fand Hamann bei jüngeren Thieren in der Wandung des schlauchförmigen Kanales. Zu jeder Zelle gehört eine einzige glatte Muskelfaser. Bei erwachsenen Thieren trifft man diese Muskelfasern in der Bindesubstanz gelagert; der Kern mit einem Rest der Bildungszelle liegt etwa in der Mitte jeder Faser. Epitheliale Muskelfasern beschrieb zuerst Weismann*) in der Wand eines Ambulacralbläschens.

Die Muskulatur des Wassergefässsystems wie der Leibeshöhle (Körperwand) stammt ebenso wie die des schlauchförmigen Kanales vom Cölomepithel ab. Macbride beobachtete bei *Asterina*, dass die Zellen, welche das Wassergefässsystem auskleiden, an ihrer Basis lange Muskelfasern gebildet haben. Die Bildungszellen bleiben aber noch eine längere Zeit, während der Seestern schon ein selbständiges Leben führt, im Epithel liegen, sodass auch hier als erstes Stadium echte Muskel-Epithelzellen constatirt sind. Erst später rücken die Muskelzellen aus dem Epithel heraus und lagern sich basalwärts von ihm.

In den Perihämalräumen entstehen die Muskeln auf der Aboralseite ebenfalls aus der Zellauskleidung als Muskelepithelzellen.

V. Ungeschlechtliche Vermehrung (Schizogonie) und Regeneration.

Dass den Seesternen das Vermögen, verloren gegangene Theile wieder zu ersetzen, zukommt, war schon den älteren Forschern bekannt. Eine Zusammenstellung der einschlägigen Litteratur von v. Martens (343) zeigt, dass diese Thatsache bereits Anfang des 18. Jahrhunderts beschrieben worden war. Durch die neueren Beobachtungen von Sarasin (462), Cuénot (93), Perrier (410), Hirota**), Ludwig***), Kowalevsky (266), Greeff (183), Lütken†) u. A. sind viele neue Fälle beobachtet und näher bekannt geworden. Besonders ist aber in neuerer Zeit die ungeschlechtliche Vermehrung durch Zerfall des Körpers in zwei Hälften, indem die Theilungsebene mitten durch die Scheibe geht, und durch Abtrennung einzelner Arme beobachtet worden. Diese Art der Theilung wird als Schizogonie bezeichnet.

Als typisches Beispiel der Schizogonie sei die im Mittelmeer heimische Art *Asterias tenuispina* gewählt. Kowalevsky beobachtete zuerst, wie sich Exemplare dieser Art in zwei halbe Individuen theilten, sechsarmige in der Regel in dreiarmige, siebenarmige in ein drei- und ein vierarmiges, ja das letztere zerfiel in zwei zweiarmige Individuen. Ludwig sah ein achtarmiges Thier in zwei vierarmige sich theilen, indem vier Arme sich in entgegengesetzter Richtung wie die vier anderen

*) Zeitschr. f. rationelle Medicin, Reihe 3, Bd. 15, 1862, S. 60.

**) Anatomical Notes on the „Comet" of Linckia multiformis Lamarck, Z. Mag. Tokyo, Vol. 7, 1895.

***) Seesterne in Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Monogr. 24, 1897.

†) Oversigt over det k. Danske Videnskab. Selskabs Forhandl. 1872.

fortbewegten und so auf die Scheibe einen Zug ausübten, der dieselbe in der Mitte auseinander zerrte; eine Zeitlang hingen beide Scheibenhälften noch durch eine strangförmige Brücke zusammen, bis auch diese zerriss. Dieser als Schizogonie bezeichnete Vorgang ist bisher bei verschiedenen Arten der Gattung *Asterias* bekannt geworden; ausser bei der genannten Art noch bei *A. acutispina*, *atlantica*, *calamaria*, *microdiscus*, weiter bei *Cribrella sexradiata*, *Stichaster albalus* und *Asterina Wega*.

Ungeschlechtliche Vermehrung durch Abtrennung einzelner Arme, von denen jeder zu einem Thier heranwächst, ist bei vielen Arten gefunden worden. *Linckia multiformis* ist diejenige Art, bei der die Abtrennung der Arme von der Scheibe willkürlich geschieht und nach Hirota als eine regelmässige Form der Fortpflanzung anzusehen ist. Diese die Scheibe und die übrigen Arme regenerirenden Arme sind von Forbes (145) als Kometenformen bezeichnet worden. Sars vermuthet, dass auch bei der Gattung *Brisinga*, und Studer bei *Labidiaster radiosus*, dieselbe Art der Vermehrung stattfinde. Greeff behauptet das Gleiche für *A. tenuispina*. Graeffe (171) glaubt auch bei *Asterina glacialis* sich überzeugt zu haben, dass abgelöste Arme sich zu ganzen Thieren entwickeln könnten, was Ludwig bezweifelt. Sicher ist aber, dass auch bei dieser Art sich einzelne Arme sehr leicht ablösen und dass an der Stelle des abgelösten Armes sich ein neuer bildet. Damit kommen wir zu dem Regenerationsvermögen, das nicht mit einer Vermehrung verbunden ist. Durch Feinde u. s. w. büssen die Seesterne leicht kleinere oder grössere Theile ihrer Arme ein, ohne daran zu Grunde zu gehen. Sie ersetzen den verlorenen Theil, indem er von neuem hervorsprosst und zunächst durch seine Kleinheit sich erkennen lässt. Hierher gehören die Individuen mit langen und kurzen Strahlen. (Ueber Kometenforme vergl. Haeckel [205].)

Merkwürdig ist das Verhalten der *Brisinga coronata* (Sars 464 u. A.), die in der Gefangenschaft sich sofort ihrer sämmtlichen Arme entledigt, indem diese in der Regel hart an der Scheibe zwischen dem zweiten und dritten Wirbel abbrechen. Im freien Leben können sich, worauf Ludwig*) besonders aufmerksam macht, die Arme keineswegs nur an ihrer Basis, sondern auch im Verlaufe ihrer Länge an beliebiger Stelle ablösen, um dann regenerirt zu werden.

Bei der Regeneration können die verschiedensten Missbildungen entstehen. So kann an der Mundfläche eines Armes, dem die Spitze abgebrochen war, anstatt eine neue Spitze deren zwei (Sars 464), oder gar, wie die Gebr. Sarasin (462) beschreiben und abbilden, ein neuer completer kleiner Seestern mit allen seinen Organen sich bilden. Weitere interessante Fälle finden sich bei den genannten beiden Autoren angegeben.

*) Seesterne in Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel, 1898.

D. Systematik.

Das erste Werk, welches eine systematische Darstellung der Seesterne giebt, ist die Monographie von J. H. Linck, erschienen im Jahre 1733. Es ist dieses Werk nicht nur für seine Zeit ein Muster von Darstellung, sondern verdient auch jetzt noch berücksichtigt zu werden. Die Abbildungen von Seesternen, die auf 42 Kupfertafeln musterhaft wiedergegeben werden, sind noch heute theilweise unübertroffen. Natürlich muss man dabei bedenken, dass Linck nur getrocknetes Material vorlag. Linck theilte die Asteriden in zwei Sectionen. Zur ersten Section gehörten die *stellae fissae*, die aufgeritzten Meersterne, das sind die heute als Asteroiden bezeichneten Formen. Zur zweiten Section rechnete er die *stellae integrae*, die rund-strahligen Meersterne, die er wiederum in zwei Gruppen eintheilte, in die *stellae vermiformes*, wurmartige Meersterne, unsere jetzigen *Ophiuroidea*, und in die *stellae crinitae*, die haarigen Meersterne, unsere jetzigen *Crinoidea*. Als Adnexa fügte er seinem Werk hinzu die Praelectio Edwardi Luidii de Stellis marinis oceani Britannici aus dem Jahre 1703, weiter Reaumurs Observatio de Stellis marinis vom Jahre 1710 und eine anatomische Abhandlung über das Skelett der Seesterne von David Kade, Anatome Stellae Holsaticae.

Das System Linck's im Einzelnen hier zu schildern, würde zu weit führen. Es sei nur hervorgehoben, dass er die Seesterne nach der Zahl der Arme in Klassen eintheilte; sein System war durchaus künstlich.

Bei Linné finden wir keinen Fortschritt in der Systematik, denn er brachte unter den Gattungsbegriff Asterias zwischen *Medusa* und *Echinus* bis zum Jahre 1766 (12. Aufl. seines Natur-Systems) die Seesterne, Schlangensterne und Comatuliden zusammen unter, die er in drei Sectionen, *Integra*, *Stellatae* und *Radiatae* eintheilte. Die *Stellatae* repräsentiren unsere *Asteroidea* und umfassen neun Arten.

Lamarck (275) bildete 1816 für die vier Gattungen *Asterias*, *Ophiura*, *Comatula*, *Euryale* die Familie der frei beweglichen *Stelleridae*. Die Gattung *Asterias*, gleichbedeutend mit unseren *Asteroidea*, theilte er in zwei Sectionen: *Asteries scutellées* und *Asteries rayonnées* nach dem Verhältniss der Länge der Arme zu der Scheibe.

Die Versuche Blainville's, eine neue Eintheilung der Seesterne zu geben, sind ohne Bedeutung geblieben. Erst Nardo (381) that einen Schritt weiter, indem er die Gattung *Asterias* von Linné in fünf Gattungen auflöste. Aber erst durch L. Agassiz (10) wurde im Jahre 1835 der Grund zu einer Eintheilung gelegt, auf dem die späteren Forscher weiter bauen konnten. Das Bestreben ging dahin, an Stelle einer rein künstlichen Eintheilung die bekannt gewordenen Arten in natürliche Familien zu gruppiren.

Im Jahre 1840 veröffentlichten Müller und Troschel (369, 374) den ersten Versuch einer Eintheilung der Seesterne, dem sie zwei Jahre später ihr System der Asteriden folgen liessen. Ihre Eintheilung fusste auf dem Vorhandensein oder Fehlen des Afters und auf der Anordnung der Ambulacralfüsschen in zwei oder vier Reihen. Sie stellten drei Familien auf, die unbenannt blieben. In die erste Familie, die durch: „Vier Tentakelreihen der Bauchfurchen; ein After“ gekennzeichnet war, gehörte nur die Gattung *Asteracanthion* Müll. u. Trosch., in die zweite, die: „Zwei Tentakelreihen der Bauchfurchen; ein After“ auszeichnete, die Gattungen *Echinaster* Müll. u. Trosch., *Solaster* Forbes, *Chaetaster* Müll. u. Trosch., *Ophidiaster* Agass., *Scytaster* Müll. u. Trosch., *Culcita* Agass., *Asteriscus* Müll. u. Trosch., *Pteraster* Müll. u. Trosch., *Oreaster* Müll. u. Trosch., *Astrogonium* Müll. u. Trosch., *Goniodiscus* Müll. u. Trosch., *Stellaster* Gray, *Asteropsis* Müll. u. Trosch. und *Archaster* Müll. u. Trosch. Die dritte Familie umfasste Seesterne mit: „Zwei Tentakelreihen der Bauchfurchen; kein After“. Hierher gehörten die Gattungen *Astropecten* Linck, *Ctenodiscus* Müll. u. Trosch. und *Luidia* Forbes.

Etwas später, aber noch im selben Jahre 1840 veröffentlichte Gray (174) eine vorläufige Darstellung eines Systems der Seesterne. Auch er gründete die Eintheilung auf die Zahl der Reihen der Ambulacralfüsschen und errichtete zwei Gruppen. In die erste stellte er die Seesterne mit vier, in die zweite die mit zwei Reihen. Zur ersten Gruppe zählte nur eine Familie, die *Asteriadae*, zur zweiten zählten die *Astropectinidae*, *Pentacerotidae* und *Asterinidae*. Er beschrieb im ganzen 45 Gattungen und 9 Subgattungen. Im Jahre 1866 erschien sein grösseres Werk (178) das eine Zusammenfassung seiner früheren systematischen Arbeiten brachte und 8 neue Gattungen uns kennen lehrte.

Unter der grossen Zahl der folgenden Systematiker war keiner, der den Versuch gemacht hätte, ein neues System aufzustellen. Man begnügte sich vielmehr die neu entdeckten Formen in das Müller-Troschel'sche oder das Gray'sche System einzuordnen. Erst im Jahre 1875 unternahm es Perrier (399), ein neues System zu errichten. Das ausschliessliche Studium der Pedicellarien (398), über welche er eine ausführliche Darstellung gegeben hat, bewog ihn, auf Grund derselben die Seesterne in neue Gruppen zu bringen. In seinen späteren Veröffentlichungen (410 und besonders Expédit. scientif. du Travailleur et du Talisman, 1894) blieb er diesem System treu, indem er nur einige geringe Aenderungen hinzufügte. Ihm folgte Viguier (559), der eine genaue vergleichende Untersuchung der Skeletttheile, insonderheit derjenigen der Mundumgebung anstellte. Viguier kam zu dem Resultat, dass die Bildungen der Skeletttheile für die Systematik von grösstem Werthe seien, ja dass man durch genaueste Berücksichtigung ihres Baues ein natürliches, die Verwandtschaften klar stellendes System erhalten könnte. Seine Anschauungen die sich auf das Mundskelett bezogen, bekämpfte Ludwig (303), dem Viguier (560) antwortete.

Das System von Viguier theilte die Seesterne in zwei grosse Subklassen, die *Astéries ambulacraires* und die *Astéries adambulacraires*.

1. Die *Astéries ambulacraires* charakterisirt er folgendermaassen: Bouche du type ambulacraire. Pédicellaires pédonculés droits ou croisés. Ambulacres le plus ordinairement quadrisériés. (Fam. *Asteriadae, Heliasteriadae, Brisingidae.*)

2. *Astéries adambulacraires.* Bouche du type adambulacraire. Pédicellaires sessiles, en pince ou valvulaires. Ambulacres presque toujours bisériés. (Fam. *Echinasteridae, Linckiadae, Goniasteridae, Asteridinae, Pterasteridae, Astropectinidae, Archasteridae*).

Das System Perriers (110) enthält in seiner letzten Darstellung vier Ordnungen der *Stelleridae:*

1. Ordnung: *Forcipulatae.*
   Gestielte, gerade oder gekreuzte (Pedicell. pédonculés, droits ou croisés) Pedicellarien.
   Fam.: *Brisingidae, Pedicellasteridae, Asteriadae, Heliasteridae.*
2. Ordnung: *Spinulosae.*
   Sitzende, zangenförmige Pedicellarien (Pédicell. en pince, resultant d'une modification des piquants).
   Fam.: *Echinasteridae, Pterasteridae, Asterinidae.*
3. Ordnung: *Valvatae.*
   Sitzende, klappenförmige oder salzfassförmige Pedicellarien (Pedicell. valvulaires ou en salière).
   Fam.: *Linckiadae, Goniasteridae, Asteropsidae.*
4. Ordnung: *Paxillosae.*
   Pedicellarien gebildet aus einer Verknöcherung und den sie bedeckenden Stacheln (Pédicell. formés par un ossicle squellettique et les piquants qui le recouvrent).
   Fam.: *Archasteridae, Astropectinidae.*

Im Jahre 1889 erschien das grosse systematische Werk von Sladen, Report on the Asteroidea collected by H. M. S. Challenger. Im Gegensatz zu Perrier legte Sladen seiner Eintheilung die Anordnung der Kiemenbläschen (papulae) und das Fehlen oder Vorhandensein der Randplatten zu Grunde.

Die Kiemenbläschen kommen bei der einen Gruppe nur auf der apicalen Fläche, der Oberseite des Körpers vor, und zwar auf der von den Supramarginalplatten begrenzten Fläche. In der zweiten Gruppe sind sie hingegen über den ganzen Körper zerstreut.

Die erste, *Phanerozonia* benannte Ordnung zeichnet sich weiter durch ihre stark entwickelten Randplatten aus, die in der zweiten Gruppe, den *Cryptozonia*, kaum wahrnehmbar und mehr oder weniger rudimentär beim erwachsenen Thier sind.

Das System Sladens ist folgendes:

Klasse *Ateroidea.*

Subklasse *Euasteroidea.* Sladen 1886.

Seesterne mit paarigen, d. h. gegenständigen Ambulacralplatten, sogenannten Wirbeln.

1. Ordnung: ***Phanerozonia.*** Sladen 1886.

Euasteroiden mit grossen und stark entwickelten Marginalplatten. Die Supramarginal- und die Inframarginalplatten berühren sich. Papulae (Kiemenbläschen) sind auf die abactinale Fläche beschränkt, welche von den Supramarginalplatten umgeben wird. Ambulacralplatten gut entwickelt und breit, die Entwickelung des Ambulacralskeletts bleibt zurück, oder fällt zusammen mit dem Wachsthum des Skelettes überhaupt. Im Peristom (Mundskelett) sind die Adambulacralplatten prominent. Pedicellarien sitzend.

Familie 1. ***Archasteridae*** (Viguier 1878) emend. Sladen 1886.

Subfam. 1. *Pararchasterinae* Sladen 1886. Gatt. *Pararchaster* Sladen, *Pontaster* Sladen.

Subfam. 2. *Plutonasterinae* Sladen 1886. Gatt. *Dytaster* Sladen, *Plutonasten* Sladen, *Lonchotaster* Sladen.

Subfam. 3. *Pseudarchasterinae* Sladen 1886. Gatt. *Pseudarchaster* Sladen, *Aphroditaster* Sladen.

Subfam. 4. *Archasterinae* Sladen 1886. Gatt. *Archaster* (Müll. u. Trosch.) emend. Sladen.

Familie 2. ***Porcellanasteridae*** Sladen (1883) emend. 1886.

Subfam. 1. *Porcellanasterinae* Sladen 1883. Gatt. *Porcellanaster* Wyv. Thoms., *Styracaster* Sladen, *Hyphalaster* Sladen, *Thoracaster* Sladen, *Pseudaster* Perrier.

Subfam. 2. *Ctenodiscinae* Sladen 1886. Gatt. *Ctenodiscus* Müll. u. Trosch.

Familie 3. ***Astropectinidae*** Gray (1840) emend.

Subfam. 1. *Astropectininae* Sladen 1887. Gatt. *Craspidaster* n. gen., *Leptoptychaster* Smith, *Moiraster* n. gen., *Astropecten* Linck, *Psilaster* Sladen, *Phoxaster* Sladen, *Bathybiaster* Dan. u. Kor., *Ilyaster* Dan. u. Kor.

Subfam. 2. *Luidiinae* Sladen 1887. Gatt. *Luidia* Forbes, *Platasterias* Gray.

Familie 4. ***Pentagonasteridae*** Perrier 1884.

Subfam. 1. *Pentagonasterinae* Sladen 1887. Gatt. *Pentagonaster* Linck, *Astrogonium* Müll. u. Trosch. emend., *Calliaster* Gray, *Chitonaster* Sladen, *Calliderma* Gray, *Iconaster* n. gen., *Gnathaster* n. gen., *Nymphaster* Sladen, *Paragonaster* Sladen, *Mediaster* Strmps., *Nectria* Gray.

Subfam. 2. *Goniodiscinae* Sladen 1887. Gatt. *Stellaster* Gray, *Ogmaster* von Martens, *Leptogonaster* Sladen, *Goniodiscus* Müll. u. Trosch. emend.

Subfam. 3. *Mimasterinae* Sladen 1887. Gatt. *Mimaster* Sladen.

Familie 5. ***Antheneidae*** Perrier 1884.

Gatt. *Anthenea* Gray, *Goniaster* (Agassiz) emend. Perrier, *Hippasteria* Gray.

Familie 6. ***Pentacerotidae*** (Gray) emend. Perrier 1884.

Gatt. *Pentaceros* Linck, *Nidorellia* Gray, *Amphiaster* Verill, *Pentaceropsis* n. gen., *Culcita* Agassiz, *Asterodiscus* Gray, *Choriaster* Lütken, *Paulia* Gray.

Familie 7. ***Gymnasteriidae*** Perrier 1884.

Gatt. *Asteropsis* Müll. u. Trosch., *Dermasterias* Perrier, *Gymnasteria* Gray, *Tylaster* Dan. u. Kor., *Porania* Gray, *Marginaster* Perrier, *Rhegaster* Sladen, *Poraniomorpha* Dan. u. Kor., *Lasiaster* n. gen.

Fam. 8. ***Asterinidae*** (Gray 1840) emend. Perrier 1875.

Subfam. 1. *Ganeriinae* Sladen 1888. Gatt. *Cycethra* Bell, *Ganeria* Gray.

Subfam. 2. *Asterininae* Sladen 1888. Gatt. *Patiria* (Gray) emend. Perrier, *Nepanthia* Gray, *Asterina* Nardo, *Disasterina* Perrier.

Subfam. 3. *Palmipedinae* Sladen 1888. Gatt. *Palmipes* Linck, *Stegnaster* n. gen.

2. Ordnung: ***Cryptozonia*** Sladen 1888.

Euasteroiden mit Marginalplatten, die beim erwachsenen Thier kaum wahrnehmbar und mehr oder weniger rudimentär sind. Die Supramarginalplatten sind oft von den Inframarginalplatten durch eingeschobene Platten getrennt. Kiemenbläschen sind nicht auf die von Supramarginalplatten begrenzte Fläche beschränkt, sondern stehen oft zwischen den Marginalplatten und auf der Actinalfläche. Ambulacralplatten mehr oder weniger zusammengedrängt und schmal. Die Entwickelung des Ambulacralskeletts ist anfangs beschleunigt im Verhältniss zu dem Wachsthum des Körperskelettes überhaupt.

Die Ambulacral- und Adambulacralplatten im Peristom (Mundskelett) prominent. Pedicellarien gestielt oder sitzend.

Familie 1. ***Linckiidae*** Perrier 1875 emend.

Subfam. 1. *Chaetasterinae* Sladen 1888. Gatt. *Chaetaster* Müll. u. Trosch.

Subfam. 2. *Linckiinae* Sladen 1888. Gatt. *Fromia* Gray, *Ferdina* Gray, *Ophidiaster* Agassiz, *Pharia* Gray, *Leiaster* Peters, *Linckia* Gray, *Phataria* Gray, *Nardoa* Gray emend., *Narcissia* Gray.

Subfam. 3. *Metrodirinae* Sladen 1888. Gatt. *Metrodira* Gray.

Familie 2. ***Zoroasteridae*** Sladen 1888.

Gatt. *Zoroaster* Wyv. Thoms., *Cnemidaster* n. gen., *Pholidaster* Sladen.

Familie 3. ***Stichasteridae*** Peters 1885.
Gatt. *Stichaster* Müll. u. Trosch., *Neomorphaster* n. gen., *Tarsaster* n. gen.
Familie 4. ***Solasteridae*** Perrier 1884.
Subfam. 1. *Solasterinae* Sladen 1888. Gatt. *Crossaster* Müll. u. Trosch., *Solaster* Forbes, *Lophaster* Verrill, *Rhipidiaster* n. gen.
Subfam. 2. *Korethrasterinae* Sladen 1888. Gatt. *Korethraster* Wyv. Thoms., *Peribolaster* Sladen.
Familie 5. ***Pterasteridae*** Perrier 1875.
Subfam. 1. *Pterasterinae* Sladen 1888. Gatt. *Pteraster* Müll. u. Trosch., *Retaster* Perrier, *Marsipaster* Sladen, *Calyptraster* Sladen, *Hymenaster* Wyv. Thoms., *Benthaster* Sladen, *Myxaster* Perrier, *Cryptaster* Perrier.
Subfam. 2. *Pythonasterinae* Sladen 1888. Gatt. *Pythonaster* Sladen.
Familie 6. ***Echinasteridae*** Verrill 1871 (1867), emend.
Subfam. 1. *Acanthasterinae* Sladen 1888. Gatt. *Acanthaster* Gervais.
Subfam. 2. *Mithrodiinae* Viguier 1878. Gatt. *Mithrodia* Gray.
Subfam. 3. *Echinasterinae* Viguier 1878. Gatt. *Cribrella* (Agassiz) Forbes, *Perknaster* n. gen., *Echinaster* Müll. u. Trosch., *Plectaster* n. gen.
Subfam. 4. *Valvasterinae* Viguier 1878. Gatt. *Valvaster* Perrier.
Familie 7. ***Heliasteridae*** Viguier 1878.
Gatt. *Heliaster* Gray.
Familie 8. ***Pedicellasteridae*** Perrier 1884.
Gatt. *Pedicellaster* Sars.
Familie 9. ***Asteriidae*** Gray 1840, emend.
Gatt. *Asterias* Linné, *Uniophora* Gray, *Calvasterias* Perrier, *Anasterias* Perrier, *Pycnopodia* Stimpson, *Coronaster* Perrier, *Astrella* Perrier.
Familie 10. ***Brisingidae*** Sars 1875.
Gatt. *Labidiaster* Lütken, *Odinia* Perrier, *Brisinga* Asbjornson, *Freyella* Perrier, *Colpaster* n. gen., *Brisingaster* de Loriol, *Hymenodiscus* Perrier, *Gymnobrisinga* Studer.

Das System Perrier's, wie er es in seiner Bearbeitung der Asteriden des Travailleur und des Talisman zu Grunde gelegt hat, ist folgendes:
1. Ordnung: ***Forcipulata.***
Mundeckstücke (dents) klein, abgestutzt an der Mundseite; ohne Hervorragung gegen den Mund (indifferente oder ambulacrale Peristombildung). — Die beiden ersten Ambulacralstücke sind verwachsen zu

einer grossen Platte, die oft gegen den Mund hervorragt, mit einem Ambulacralporus. Ambulacral- und Adambulacralstücke bald länger (dicker), bald kürzer (dünner) comprimirt. Calicinales, Carinales und Marginales deutlich unterscheidbar. Marginales im Allgemeinen klein, oft unterschieden durch ihre Gestalt und getrennt durch pièces intercalaires. Skelett gebildet von Stücken, die entweder ohne Verbindung sind, oder durch Zwischenplatten verbunden sind.

Hautskelett bestehend aus Dornen oder Stacheln, selten Körnern. Pedicellarien mit besonderem Basalstück, gestielt mit zwei geraden oder gekreuzten Zangenstücken. Ambulacralfüsschen mit Saugnapf, zwei- oder vierreihig. Kiemenbläschen in allen Maschen des Rückenskeletts, zwischen den marginales, selbst den marginales inférieures und adambulacraires.

Familien: *Brisingidae, Pedicellasteridae, Heliasteridae, Asteridae, Zoroasteridae, Stichasteridae.*

2. Ordnung: ***Spinulosa.***

Mundeckstücke (dents) verhältnissmässig schwach entwickelt, gegen den Mund hervorspringend; am Mundwinkel abgestumpft, oder am freien Rand convex. Ambulacral- und Adambulacralstücke nicht comprimirt, dick. Marginalplatten kaum hervortretend, in derselben oder geringerer Zahl als die Adambulacralia. Calicinales, Carinales wenig deutlich. Ventro-latérales wenig entwickelt oder in Reihen angeordnet.

Dorso-latérales netzförmig wenig regelmässig angeordnet, oder dachziegelartig liegend. Hautskelett gebildet von Stacheln. Sitzende Pedicellarien aus umgeformten Stacheln gebildet. Ambulacralfüsschen zweireihig, Kiemenbläschen können auf allen Theilen des Körpers vorhanden sein, oder nur auf der Rückenfläche.

Familien: *Echinasteridae, Mithrodidae, Solasteridae, Asterinidae, Ganeriidae.*

3. Ordnung: ***Velata.***

Mundeckstücke (dents) gross, am Ambulacralrand convex, am Mundrand oft vorspringend und ohne einen Stachel. Ambulacralstücke nicht comprimirt. Adambulacralstücke verlängert, senkrecht zur Ambulacralfurche. Marginales wenig hervortretend, gleich wie calicinales und carinales. Alle Platten bewaffnet mit langen Stacheln, die durch eine Haut, die sich über sie ausspannt, mit einander verbunden werden. Pedicellarien fehlen.

Ambulacralfüsschen zweireihig (ausser *Pteraster multipes*).

Familien: *Myxasteridae, Pythonasteridae, Pterasteridae.*

4. Ordnung: ***Paxillosa.***

Mundeckstücke (dents) gross, beilförmig, einen Kiel gegen die Ventralfläche bildend, getrennt durch eine gewöhnlich breite Grube. Adambulacralstücke verändern ihre Gestalt, je näher sie den Mundeckstücken liegen, um ihnen zu gleichen. Ambulacralstücke nicht comprimirt. Ventro-latérales in allen Stadien der Entwicklung, oft in Reihen mit den Adambulacralien correspondirend. Marginales gross, gewöhnlich mit zwei oder drei Adambulacralstücken correspondirend. Calicinales und carinales ge-

wöhnlich wenig deutlich. Carinales zwei- oder dreimal weniger zahlreich als die Marginales. Dorso-latérales meist Reihen bildend. Ventro-latérales und Inféro-marginales gewöhnlich mit Stacheln besetzt, die sich zu Dornen entwickeln können. Calicinales, Discinales, Carinales und Dorso-latérales jede mit einem Bündel kleiner beweglicher Dornen oder Papillen, oder bilden sich zu Paxillen um. Die Stacheln können zu kammförmigen, büschel- oder streifenförmigen Pedicellarien werden.

Ambulacralfüsschen zweireihig, oft konisch mit rudimentärem Saugnapf. Kiemenbläschen beschränkt auf die Rückenfläche, gewöhnlich vereinzelt zwischen den Paxillen.

Familien: *Astropectinidae, Porcellanasteridae, Achasteridae.*

5. Ordnung: ***Valvata vel Granulosa.***

Mundstücke (dents) klein, unansehnlich; regelmässig dreieckig oder zugespitzt. Ambulacralstücke nicht comprimirt. Adambulacralstücke beinahe viereckig. Marginales immer deutlich, sehr gross, immer weniger zahlreich als die Adambulacralstücke. Calicinales, Discinales, Carinales und Dorsolatérales ähnlich, gross, eng netzförmig angeordnet oder mosaikförmig. Hautskelett granulirt. Pedicellarien, wenn vorhanden, stets sitzend, klappen- oder salzfassförmig.

Ambulacralfüsschen zweireihig, cylindrisch, mit breitem Saugnapf. Kiemenbläschen auf die Rückenfläche beschränkt, bei den Formen á aires ventrales bien dèveloppées.

Familien: *Linckiidae, Pentagonasteridae, Gymnasteridae, Antheneidae, Pentacerotidae.*

Vergleicht man die beiden Systeme miteinander, so fällt zunächst auf, dass die Familien in beiden in nahezu derselben Reihenfolge, aber in umgekehrter Folge aufgeführt werden. Dem entspricht es, dass auch die Ordnungen einander gleichstehen. Die *Cryptozonia* von Sladen fallen mit den *Forcipulata, Spinulosa* und *Velata* zusammen, die *Phanerozonia* mit den *Paxillosa* und *Valvata.* Während aber Sladen die *Phanerozonia* für die jüngsten, die *Archasteridae* für die ältesten hält, ist Perrier der umgekehrten Meinung und sieht in den *Cryptozonia* die älteren Formen. Sein System stützt sich auf eine bis ins Einzelne gehende Betrachtung des Skelettes, für dessen Theile er eine nicht immer glückliche Neubenennung eingeführt hat. Zur leichteren Orientirung sei diese Nomenklatur im Folgenden zusammengestellt:

A. Squelete ventral (ambulacrales und interambulacrales Skelett ohne untere Randplatten).

1. Pièces ambulacraires = ambulacrale Skelettstücke.
2. Dents = Mundplatten, Mundeckstücke.
3. Odontophores = basale, interbrachiale, unpaare Interambulacralplatte (inneres intermediäres Skelettstück).
4. Pièces adambulacraires = adambulacrale Skelettstücke.
5. Pièces ventro-latérales = Ventrolateralplatten (ventrale Interradialfelder oder intermed. Ambulacralfeld).

B. Squelette latéral.

6. Marginales ventrales = infero-marginale Pl., untere Randplatten.
7. Pièces intercalaires = zwischen beiden auftretende „intercalirte Skelettstücke.
8. Marginales dorsales = supero-marginale Pl., obere Randplatten.

C. Squelette dorsal.

α. Squelette dorso-central (antiambulacrales [abactinales] Skelett ohne obere Randplatten).

a. Pièces calicinales = Apicalia (Kelchplatten) (prim. Scheitelplatten).

9. Dorse-centrale.
10. Infra-basales = erste der secund. Radialplatten des Scheibenrückens.
11. Basales = primäre Interradialplatten (Genitalia).
12. Radiales = erste intermediäre Platten des Scheibenrückens.

b. Pièces discinales.

13. Intermédiaires radiales } = supplementäre Stücke im Scheitelfelde der Scheibe.
14. Intermédiaires transversales }

β. Squelette dorso-brachial.

15. Carinales = (Kielplatten) medioradiale Reihe der Abactinalplatten; secundäre Radialplatten der Arme und der Scheibe.
16. Terminale.
17. Dorso-latérales = Dorsolateralplatten.
18. Réticulaires longitudinales } supplementäre Platten der Arme und Scheibe.
19. Réticulaires transversales }

γ. Plaque hydrophore.

20. Madréporite.

Das System Perrier's gründet sich in erster Linie auf die Gestalt der dents, der Mundplatten und Mundeckstücke, die er zur genaueren Abgrenzung und Bestimmung seiner Ordnungen gebraucht. Weiter wird aber das Gesammtskelett und die Bildung der Pedicellarien herangezogen.

Die bereits erwähnte Uebereinstimmung in der Reihenfolge der einzelnen Familien in beiden natürlichen Systemen scheint mir zu beweisen, dass die Merkmale, auf die sich die Eintheilungen stützen, im grossen ganzen die richtigen sind. Zur Zeit sind aber die einzelnen Gattungen hinsichtlich ihres Skelettes noch keineswegs derartig genau erforscht, dass man behaupten könnte, ihre Stellung in einer der genannten Ordnungen sei sicher gestellt. Wie eine neue Beobachtung die Stellung einer Familie oder Gattung sofort ändern kann, hat vor kurzem Ludwig*) für die Gattung *Chaetaster* gezeigt. Diese Gattung war bisher von Perrier und Sladen zu der Familie der Linckiiden gestellt worden. Sladen hatte für sie

*) Seesterne in Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Monographie 24, 1898.

eine besondere Unterfamilie, die *Linckiinae*, aufgestellt, die sich durch den Besitz von inneren supplementären Plättchen im Rückenskelett und papillenförmigen Skelettplatten auszeichnen sollte. Ludwig zeigte, dass das erste Merkmal nicht zur Abgrenzung einer Unterfamilie herangezogen werden könne, da die Linckiiden selbst solche supplementäre Plättchen besitzen, wie er für *Ophidiaster ophidianus* und *Hacelia attenuata* nachgewiesen hat. Vor allem aber war es der Nachweis von einer unpaaren oberen und unteren Randplatte, wie sie bisher keiner Gattung der Linckiiden zukommt. Auf Grund dieses Befundes muss *Chaetaster* aus der Familie der Linckiiden ausscheiden. Da aber bei ihr die Papulae auf die Dorsalseite beschränkt sind, ein Merkmal der Sladen'schen *Phanerozonia*, so muss sie zu dieser Ordnung gestellt werden. Provisorisch errichtete Ludwig für sie die Familie der *Chaetasteridae*. Dieser Fall zeigt, wie vorsichtig man zur Zeit mit der ins Einzelne gehenden Systematisirung der Asteriden sein soll.

Im Folgenden werden wir der Eintheilung Sladen's folgen, und mit ihm die Seesterne in *Phanerozonia* und *Cryptozonia* eintheilen. Bei der Begrenzung der einzelnen Ordnungen und Familien jedoch schloss ich mich meist an die Perrier'schen Eintheilungen an, da sie in den meisten Fällen eine wohlgelungene kritische Emendation der Sladen'schen Klassifizirung bilden.

---

1. Ordnung: ***Phanerozonia*** Sladen 1886.

Marginalplatten gross und stark entwickelt. Obere Marginal- und untere Marginalplatten berühren sich.

Kiemenbläschen (papulae) beschränkt auf die Abactinal-(dorsal)-Fläche, welche von den oberen Marginalplatten begrenzt wird. Ambulacralplatten gut entwickelt und breit, die Entwickelung des Ambulacralskelettes bleibt zurück, oder fällt mit dem Wachsthum des Skeletts überhaupt zusammen. Im Peristom sind die Adambulacralplatten prominent. Pedicellarien, wenn vorhanden, sitzend. Zwei Reihen von Ambulacralfüsschen.

I. Familie ***Archasteridae*** (Viguier 1878) emend. Sladen 1886.

Arme lang, zugespitzt, abgeplattet, in der Fünfzahl vorhanden. Marginalplatten kräftig und gross mit beweglichen oder unbeweglichen zugespitzten Stacheln. Abactinalskelett (antiambulacrales Skelett) mit einfachen Stacheln, mit Pseudo-Paxillen, oder echten Paxillen. Bauchfläche mit Stacheln tragenden Platten. Adambulacralplatten gross und nicht niedergedrückt. Pedicellarien zahlreich vorhanden oder fehlen. Superambulacralstücke fehlen oder vorhanden. Ambulacralfüsschen zweireihig, oft konisch zugespitzt mit rudimentärem Saugnapf. Madreporenplatte oft von Paxillen bedeckt. After bei den meisten Gattungen vorhanden.

1. Subfamilie: *Archasterinae* (Sladen 1886) emend. Perrier 1894.

Ventrolateralplatten wenig zahlreich, bilden eine oder zwei parallele Reihen am Scheibenrand.

Dorsolateralplatten bilden Querreihen jederseits von der meridionalen Reihe (Kielplatten, Carinales). Paxillen und Pedicellarien vorhanden.

1 Gattung mit 2 Arten.

Archaster Müller u. Troschel 1840 emend. Sladen 1886.

Scheibe platt, mit verlängerten breiten Armen, fünf, seltener vier oder sechs. Winkel zwischen den Armen scharf. Die unteren Randplatten mit Schuppen bedeckt, die sich am Rande in bewegliche Stacheln verwandeln können; die oberen Randplatten mit Körnchen bedeckt, die borstenartig werden können. Rückseite eben und dicht mit Fortsätzen, Paxillen, bedeckt, deren Gipfel mit kleinen Borsten gekrönt sind. Ambulacralbewaffnung: eine Reihe von 3 gebogenen Stacheln im Dreieck, gefolgt von 1 oder 2 Reihen platter Stacheln. After central.

Literatur: **Koehler** (Mém. Soc. Zool. France 1895); **Müller u. Troschel** (374, 375); **Gray** (174); **Möbius** (363); **Sladen** (503); **Studer** (526).

2 Arten: *typicus* Müll. u. Trosch., *angulatus* Müll. u. Trosch.

Diese Gattung lebt nur in den wärmeren Meeren, geht bis 250 Faden, fehlt in grösseren Tiefen. Fundorte: *angulatus* im Indischen und Pacifischen Ocean (Mauritius, Java, Australien), *typicus* um die Inseln des Indischen Oceans, von den Philippinen bis Neu-Guinea, Nordküsten Australiens und Neu Caledoniens, Fiji- und Tonga-Inseln, auf Korallenriffen.

2. Subfamilie: *Parachasterinae* Sladen 1886.

Arme lang und zugespitzt. Ventrolateralplatten wenig zahlreich, bilden ein oder zwei parellele Reihen am Scheibenrand. Dorsolateralplatten ohne besondere Anordnung. Randplatten mehr oder weniger alternirend.

Ambulacralfüsschen zweireihig mit kleiner Saugscheibe. Kiemenbläschen auf die Basis der Arme beschränkt.

1. *Pararchaster* Sladen 1885.

Scheibe klein. Arme sehr lang, spitz zulaufend, biegsam. Randplatten suboval oder dreieckig, in der Richtung der Arme verlängert, beide Reihen mehr oder weniger alternirend. Jede Platte mit grossem Stachel. Dorsalfläche ohne echte Paxillen. Kiemenbläschen auf eine Fläche an der Armbasis beschränkt. Wenige Ventrolateralplatten (ventrale intermediäre Platten). Adambulacralplatten, auf dem freien Rand eine fächerförmige Reihe von Stacheln und mehrere lange, konische Stacheln auf der ventralen Fläche. Eine unpaare interradiale Randplatte mit einem oder mehreren Stacheln.

Literatur: **Sladen** (500); **Perrier** (405, 410, 413).

8 Arten: *antarcticus* Slad., *armatus* Slad., *Fischeri* Perr., *Folini* Perr., *pedicifer* Slad., *semisquamatus* Slad., *simplex* Perr., *spinosissimus* Slad.

Von diesen acht Arten leben *antarctius* und *pedicifer* in der Südsee in Tiefen von 3000—3500 m, *simplex* in Tiefen von 2420 m im Antillenmeer, *semisquamatus* in 1050—3500 m im pacifischen, die übrigen im atlantischen Ocean (einschliesslich *semisquamatus var. occidentalis*), und zwar in Tiefen von 1056—3500 m.

Sie leben theils auf Globigerinenschlamm, vulkanischem Sand, theils auf blauem und grauem Schlamm.

2. *Cheiraster* Studer 1883.

(Syn. *Pontaster* Sladen partim.)

Scheibe abgeplattet; fünf lange, platte verlängerte Arme. Obere und untere Randplatten fein gekörnt, letztere mit spitzen, beweglichen Stacheln. Adambulacralplatten treten weit in die Furche vor. Zwischen den Mundeckstücken (mit langen Stacheln) und unteren Randplatten interradiales Feld aus einer oder mehreren Platten gebildet mit kammförmigen Pedicellarien. Dorsalhaut der Scheibe dünn, durchscheinend, mit paxillenartigen Plättchen besetzt, die am Rande einen Kranz von Körnern tragen. Füsschen konisch mit kleiner Saugscheibe. Keine unpaare interradiale Marginalplatte. Madreporenplatte nahe dem Scheibenrande.

Literatur: **Studer** (526 u. Sitzungsb. nat. Fr. Berlin 1883); **Sladen** (500); **Perrier** (405, 410, 413).

9 Arten: *coronatus* Perr., *echinulatus* Perr., *gazellae* Stud., *mirabilis* Perr., *oxyacanthus* Slad., *pedicellaris* Stud., *teres* Slad., *trullipes* Slad., *Vincenti* Perr.

Von diesen Arten finden sich im pacifischen Ocean: *oxyacanthus* (600 m); *trullipes* (1900 m); in der Südsee: *teres* (255 m); Antillenmeer: *mirabilis* (100—1500 m), *echinulatus* (100—300 m), *coronatus* (340—380 m), *Vincenti* (174 m).

3. *Pectinaster* Perrier 1885.

Fünf zugespitzte und abgeplattete Arme. (Mundeckstücke beilförmig, am freien Rand abgerundet.) Adambulacralstücke in die Ambulacralfurche hervorspringend, einen Kamm von divergirenden Stacheln tragend. Oft zwei Arten von Ventrolateralplatten, die eine wie bei *Cheiraster*, die andere aus unregelmässig angeordneten Platten gebildet. Jede trägt eine Gruppe Stacheln, die einander zugekehrt sind und büschelförmige Pedicellarien bilden. Dorsale und ventrale Randplatten correspondirend, mit büschelförmigen Pedicellarien, und einem oder mehreren langen konischen Stacheln. Dorsolateralplatten klein, mit einer Anzahl Stacheln und einer büschelförmigen Pedicellarie. Madreporenplatte nackt.

Literatur: **Perrier** (413, Expéd. du Trav.).

3 Arten: *Filholi* Perrier (1258—2330 m), *forcipatus* 2000—2800 m, *forcipatus var. echinata* (Slad.) 2500 m, *mimicus* (Slad.) 1400 m.

Perrier stellt den Sladen'schen *Pontaster forcipatus* und *mimicus*, die auf der Challengerexpedition erbeutet wurden, mit Recht zu dieser Gattung, die ausschliesslich Tiefseeformen enthält, welche auf Schlamm leben. Ihre Heimath sind die Azoren, atlantische Küste der Vereinigten Staaten nördlich vom Delaware und Südsee.

4. *Pontaster* (Sladen) emend. Perrier 1891.

Fünf abgeplattete Arme, verhältnissmässig wenig verlängert. Mundeckstücke wenig hervorspringend. Adambulacralstücke in die Ambulacralfurche hervorragend, von einem Ring von Stacheln eingefasst, von deren

eine Anzahl einen Kamm bildet. Ventrolateralplatten wenig zahlreich. untere und obere Randplatten in gleicher Anzahl, mit einem oder mehreren beweglichen Stacheln bewehrt. Dorsolateralplatten klein, auf einer Erhöhung Stacheln tragend. Madreporenplatte nackt. Ohne Pedicellarien. Kiemenfeld an der Basis der Arme.

Literatur: **Koehler** (Rev. Biol. du Nord, France, T. 7, u. Ann. de Lyon 1896); **Sladen** (503), **Perrier** (410, 418 *)).

9 Arten: *hebitus* Slad., *limbatus* Slad., *marionis* Perr., *oligoporus* Perr., *perplexus* Perr., *planeta* Slad., *pristinus* Slad., *subtuberculatus* Slad., *venustus* Slad.

Diese Gattung lebt in geringen Tiefen mit Ausnahme von *venustus*, die zwischen 1250—4000 m, und *pristinus*, die 4500 m tief gefunden wurde. Ihre Heimath ist der atlantische Ocean, für *subtuberculatus* der pacifische Ocean, für *oligoporus* die Antillen, *perplexus* die Küste von Afrika (Cap Blanc).

3. Subfamilie *Plutonasterinae.*

Arme lang, zugespitzt, abgeplattet. Ventrolateralplatten gut entwickelt, gewöhnlich in Reihen längs der Marginal- oder Ambulacralstücke angeordnet.

1. *Goniopecten* Perrier (emend.) 1881.

Fünf Arme. Mundeckstücke gross, gegen die Ventralfläche hervorspringend, mit zahlreichen Randstacheln; auf der ventralen Oberfläche wenige Stacheln. Adambulacralstücke mit zahlreichen parallel gestellten Stacheln. Eine einzige Längsreihe von kleinen Stacheln auf der Ventralfläche. Ventrolateralplatten polygonal, mosaikförmig angeordnet, aber in doppelten Längsreihen längs der Adambulacralstücke. Jede Reihe ist von den benachbarten durch eine Furche getrennt. Untere und obere Randplatten granulirt, unbewaffnet, in derselben Zahl wie die Adambulacralstücke. Dorsolateralplatten in Gestalt von Paxillen, in transversalen Reihen am Rand der Arme. Saugscheibe der Füsschen wenig entwickelt. Kiemenbläschen isolirt, gleichmässig auf die Oberfläche der Scheibe vertheilt. Madreporenplatte nackt. — Pedicellarien fehlen. Integument dick.

Literatur: **Perrier** (404, 410, Talisman), **Sladen** (503).

3 Arten: *demonstrans* Perr., 640 m tief, Antillenmeer; *intermedius* Perr.; *subtilis* Perr., die beiden letzteren im N. von Havana zwischen 800—1900 m.

2. *Dytaster* Sladen 1885.

Fünf Arme sehr lang und dünn. Scheibe mehr oder weniger aufgebläht. Mund sehr ausdehnbar. Mundeckstücke hervorspringend auf der ventralen Oberfläche. Ventrolateralplatten sehr zahlreich, auf jeder gewöhnlich eine vierklappige Pedicellarie.

Randplatten rectangulär, obere Reihe der Randplatten dünn, lagern

*) Expédit. scientif. du Travailleur et du Talisman. Echinodermes. Paris 1894.

direct über der unteren, jede Platte mit einem konischen Stachel, die Oberfläche granulirt und mit kleinen Stacheln besetzt. — Die Oberseite der Platten mit kleinen Paxillen und oft klappenförmigen Pedicellarien. Adambulacralstacheln in einer Längsreihe von kurzen parallelen Stacheln; auf der ventralen Fläche eine oder mehr Längsreihen von Stacheln von denen einer, im letzten Armdrittel, grösser ist als die Nachbarn oder Granula. Kiemenbläschen gleichmässig auf der Dorsalfläche vertheilt. Madreporenplatte breit, zusammengesetzt, den Randplatten genähert, mit Paxillen bedeckt. Analöffnung subcentral.

Literatur: **Sladen** (503); **Perrier** (410, Expéd. sc. du Travailleur).

9 Arten: *Agassizii* Perr., *biserialis* Slad., *exilis* Slad., *aequivocus* Slad., *insignis* (Perr.), *inermis* Slad., *madreporifer* Slad., *nobilis* Slad., *rigidus* Perr.

Diese Arten sind sämmtlich Tiefseebewohner, sie leben zwischen 2200—4800 m auf Schlammboden. Ihre Heimath ist der atlantische und pacifische Ocean und die Südsee (*inermis* und *aequivocus*).

3. *Crenaster* Perrier 1894.

Von der vorigen Gattung unterschieden durch das Fehlen der Pedicellarien. Der letzte oder vorletzte Stachel der Adambulacralstücke ist grösser als die übrigen. Weiter durch die grössere Anzahl der Ventrolateralplatten.

Literatur: **Sladen** (503); **Perrier** (Expéd. scientif. du Travailleur).

4 Arten: *mollis* Perr. Azoren; *semispinosus* Perr. Golf von Gascogne; *spinosus* (Slad.) pacif. Ocean; *spinulosus* Perr. Golf von Gascogne.

Auch diese Gattung lebt in Tiefen von 3000—5000 m. Sladen beschrieb die Challengerart unter dem Namen *Dytaster spinosus*.

4. *Plutonaster* Sladen 1885 (Narr. Chall. Exp. vol. 1, p. 610).

Fünf sehr lange Arme. Scheibe verhältnissmässig gross und niedergedrückt. Mundeckstücke gross, verhältnissmässig wenig hervorspringend, zwischen einander eine bandförmige Grube lassend. Ventrolateralplatten zahlreich, granulirt, in einfachen Längsreihen. Die oberen Randplatten granulirt, dick und massiv, einen breiten Rand auf der Dorsalseite bildend, correspondiren mit den unteren Randplatten, mit je einem dicken Stachel. Die unteren Randplatten tragen oft einen rudimentären Stachel. Dorsalseite mit Paxillen besetzt. Papulae gleichmässig auf der Dorsalseite vertheilt. Dorsalplatten an den Seiten der Arme in mehr oder weniger abgegrenzten transversalen Reihen angeordnet. Ventrale Interradialfelder breit. Adambulacralstücke mit einer Längsreihe von kurzen, cylindrischen beinahe gleichen Stacheln. Zwei oder mehr Längsreihen kleiner Stacheln (papilliform granules) auf der ventralen Fläche jeder Platte, einigemal ein grosser konischer Stachel auf den Platten nahe dem Armende. Ambulacralfüsschen konisch, mit kleinem Saugnapf. Madreporenplatte breit, mit Paxillen (*Tethyaster* ausgenommen) bedeckt. Ohne Pedicellarien. Analöffnung subcentral.

Literatur: **Sladen** (503); **Studer** (526); **Perrier** (410, 413 Talisman); **Philippi** (427); **Lamarck** (Hist. nat. Vol. 3); **Müller** u. **Troschel** (375); **Marenzeller** (Denkschr. Akad. Wien, Bd. 62); **Ludwig** (Seesterne Fauna Neapel); **Koehler** (Caudan); **Thomson** (539).

12 Arten: *abbreviatus* Slad., *bifrons* (Wyv. Thomson), *ambiguus* Slad., *edwardsi* Perr., *efflorescens* Perr., *intermedius* (Perr.), *inermis* (Perr.), *marginatus* Slad., *pulcher* Perr., *rigidus* Slad., *notatus* Slad., *subinermis* (Philippi).

Subgen. *Tethyaster* Sladen.

Ausgezeichnet durch abweichende Bewaffnung der Adambulacralstücke und einfache und unbedeckte Madreporenplatte. Füsschen mit grosser Saugscheibe.

Literatur: **Düben** u. **Koren** (116); **Koehler** (Caudan); **Müller** u. **Troschel** (375); **Sladen** (503); **Perrier** (Talisman); **Sars** (470).

1 Art: *parelii* (Düb. u. Koren) im nördl. atlantischen Meer.

Die Arten dieser Gattung leben zum grössten Theil im atlantischen, nur *ambiguus* im pacifischen Ocean. Im Mittelmeer finden sich *subinermis* und *bifrons*. Diese Art ist von Sladen in eine Subgattung *Tethyaster* gestellt worden, welche Perrier für eine besondere Gattung ansieht. Durch die Ludwig'schen Untersuchungen stellt sich aber heraus, dass sich diese Art besser der Gattung *Plutonaster* einreihen lässt, als der Subgattung *Tethyaster*; *inermis* besitzt ebenso wie *bifrons* im Gegensatz zu den übrigen Plutonasterarten *Superambulacralia* und zeigt die Genitalorgane in besonderer Gestalt. Sie sind in einzelne Büschel aufgelöst, die weit in die Arme reichen und distalwärts allmählich an Grösse abnehmen. Ob nicht auch den übrigen Arten *Superambulacralia* zukommen, wie Ludwig's Angaben vermuthen lassen, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Die meisten Arten sind Tiefseebewohner, einzelne, wie *bifrons*, wurden in einer Tiefe von 106—2500 m angetroffen, *marginatus* 775 m tief.

5. *Lonchotaster* Sladen 1885.

Scheibe breit. Arme mässig verlängert und verhältnissmässig schmal, spitz zulaufend. Randplatten schmal und kurz, zahlreich, mehr oder weniger beschränkt auf die Seitenwand der Arme; granulirt. Obere Randplatten schmäler als die unteren; etwas verkümmert. Keine hervorragenden Stacheln auf den Randplattenreihen. Pedicellarien auf den unteren und einigen oberen Randplatten. Abactinalseite mit Paxillen, die Dorsalplatten ringförmig angeordnet. Kiemenbläschen regelmässig vertheilt. Ventrale Interradialfelder schmal, mit in Reihen gestellten Platten und Pedicellarien. Adambulacralstücke gross, länger als breit, mit in Längsreihen gestellten kurzen Stacheln und einer breiten Pedicellarie. Madreporenplatte breit und zusammengesetzt. Analöffnung subcentral. Ohne Superambulacralia.

Literatur: **Sladen** (503).

2 Arten: *forcipifer* Slad. in der Südsee; *tartareus* Slad. im atlantischen Ocean.

Beide Arten sind auf die Tiefsee beschränkt, leben zwischen 3510 und 4320 m auf Globigorinen oder Diatomeenschlamm.

4. Subfamilie: *Gnathasterinae* Perrier 1894.

Archasteriden mit kurzen Armen, einer interradialen unpaaren Randplatte, einem hyalinen rückwärts gebogenen Stachel auf jedem Mundeckstücke.

1. *Asterodon* Perrier 1891.

Körper pentagonal. Mundeckstücke sehr gross und Randplatten nehmen regelmässig an Grösse ab. Pedicellarien, wenn vorhanden, klappenförmig. Saugscheiben der Füsschen von normaler Grösse.

Literatur: **Perrier** (418); **Müller u. Troschel** (375).

2 Arten: *granulosus* Perr., *singularis* (Müll. u. Trosch.).

2. *Odontaster* Verrill 1880.

= *Gnathaster* Sladen.

Körper niedergedrückt, pentagonal, mit mehr weniger ausgezogenen Ecken. Dorsal- und Ventralseite mit kurzen Stacheln besetzt, Rückenplatten paxillenförmig (Pseudopaxillen). Mundeckstücke mit je einem grossen unpaaren, aus zwei vereinigten, aboral gerichteten, dornförmigen Stachel. Obere und untere Randplatten gross, einen dicken Rand bildend. In den Armwinkeln je eine obere und untere unpaare Randplatte. Pedicellarien büschelförmig, vereinzelt. Kiemenbläschen einfach, Ambulacralfüsschen mit deutlicher Saugscheibe.

Literatur: **Bell** (30, 59); **Dujardin et Hupé** (117); **Ludwig** (Seest. Neapel); **Müller u. Troschel** (375); **v. Marenzeller** (Denksch. Akad. Wien Bd. 62); **Perrier** (418*)); **Sladen** (503); **Studer** (526); **Smith** (508); **Verrill** (557 u. Proc., U. St. Nat. Mus. Vol. 17, 1891).

14 Arten: *belli* (Perrier), *dilatatus* (Perrier), *elongatus* (Sladen), *grayi* (Bell), *granulosus* (Perrier), *hispidus* (Verrill), *mediterraneus* (v. Marenzeller), *mirabilis* (Sladen), *miliaris* (Gray), *meridionalis* (Smith), *paxillosus* (Gray), *pedicellaris* Perrier, *pillulatus* (Sladen), *singularis* (Müller u. Troschel).

Die beiden Arten *hispidus* (im atlantischen Ocean) und *mediterraneus* (im Mittelmeer), leben nördlich, die übrigen südlich vom Aequator. In einer Tiefe von 12—270 m leben *elongatus*, *pilulatus*, *singularis; paxillosus* und *Grayi* gehen höchstens 18 m tief; *mediterraneus* ist 414—1196 m tief angetroffen worden.

Die Gattung *Odontaster* wurde von Verrill (557) aufgestellt. Die Sladen'sche Gattung *Gnathaster* ist mit ihr identisch, daher einzuziehen.

3. *Goniodon* Perrier 1894.

Randplatten erweitern sich anfangs, dann nehmen sie an Grösse ab. Ein aboral gerichteter Stachel auf jedem Mundeckstück.

*) Résult. scientif. du Travailleur et du Talisman. Echinodermes. Paris 1894.

Literatur: **Perrier** (399, Expéd. du Talisman).

Arten: *dilatatus* (Perr.) (= *Pentagonaster dilatatus* Perrier), Neu-Seeland.

4. *Hoplaster* Perrier 1882.

Körper sternförmig, Rücken- und Bauchseite flach. Mundeckstücke mit langen Stacheln auf der Oberfläche. Adambulacralstacheln wenig zahlreich, zwei oder mehr Reihen von langen Stacheln auf der ventralen Fläche, parallel zur Ambulacralfurche. Ventrolateralplatten nicht zahlreich, dachziegelartig, mit langen Stacheln. Randplatten beinahe quadratisch, nicht zahlreich, mit langen Stacheln besetzt. Eine unpaare dorsale und ventrale Randplatte vorhanden. Kelch- und Kielplatten mit langen beweglichen Stacheln. Ambulacralfüsschen mit normalen Saugscheiben.

Literatur: **Perrier** (413, Expéd. du Talisman).

1 Art: *spinosus* Perr. (413 Expéd. du Talisman).

5. Subfamilie: *Mimasterinae* Sladen 1888.

Keine unpaare interradiale Randplatte, kein Stachel auf den Mundeckstücken. Dorsolateralplatten Paxillen.

1. *Mimaster* Sladen 1882.

Körper sternförmig-pentagonal. 5 Arme. Bauchfläche mehr weniger convex. Abactinalfläche mit schmalen sternförmigen Platten mit Paxillen. Ventrale Interradialfelder mit in queren Reihen gestellten dachziegelförmigen Platten (Ventrolateralplatten) mit paxillenähnlichen Gruppen von Stacheln. Randplatten schmal, mit zahlreichen Stacheln bedeckt. Adambulacralplatten breiter als lang, mit unregelmässig angeordneten Stacheln. Ambulacralfüsschen mit gut entwickelter Saugscheibe. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (498, 499, 503); **Perrier** (Expéd. du Talisman).

2 Arten: *cognatus* Sladen; *tizardi* Sladen.

Die erste Art aus dem atlantischen, die letztere aus dem pacifischen Ocean, in einer Tiefe von 245—1325 engl. Faden.

6. Subfamilie: *Leptogonasterinae* Perrier 1894.

Dorsolateralplatten polygonal, versteckt unter der Hautdecke. Keine unpaare interradiale Randplatte. Ohne Stachel auf den Mundeckstücken.

1. *Leptogonaster* Sladen 1885.

Scheibe breit, pentagonal. Arme mässig lang. Rückenfläche bedeckt mit einer granulirten Membran. Randplatten bilden einen gut entwickelten Rand an Scheibe wie Armen. Obere Randplatten ohne Stacheln, untere Randplatten mit vier oder fünf Längsreihen kurzer Stacheln und an den Armen mit einem Tuberkel oder rückgebildeten Stachel versehen. Ventralfläche mit einer membranösen Haut bedeckt. Ventrolateralplatten polygonal. Adambulacralplatten breit und lang, Bewaffnung: fünf bis sieben kurze Stacheln, durch eine Membran vereinigt und fächerförmig

angeordnet; auf der Ventralseite eine einzelne lange Pedicellarie und zwei kurze Stacheln seitlich. Ventrale Interradialfelder bedeckt mit hexagonalen granulirten Platten, letztere mit einer Membran überdeckt. Kiemenbläschen zahlreich. Ambulacralfüsschen mit Saugscheibe.

Literatur: **Sladen** (503).

1 Art: *cristatus* Sladen; in der Südsee littoral.

II. Familie ***Astropectinidae*** Gray 1840.

Körper abgeplattet, Arme verlängert. Randplatten gross, hervorragend, bedeckt mit Stacheln. Gewöhnlich ohne Pedicellarien. Ohne After. Ambulacralfüsschen konisch.

1. Subfamilie: *Astropectininae* Sladen 1887.

Adambulacralplatten stossen mit den unteren Randplatten zusammen. Randplatten und Adambulacralplatten correspondiren nicht in Länge und Anzahl. Obere Randplatten mehr weniger entwickelt. Ohne Pedicellarien.

1. *Craspidaster* Sladen 1887.

Fünf Arme zugespitzt. Körper sehr abgeplattet und flach. Obere und untere Randplatten stark entwickelt, dick, bedeckt mit Granula. Ohne Stacheln, mit Ausnahme eines seitlichen Stachels auf jeder unteren Randplatte. Dorsalseite mit Paxillen. Adambulacralplatten mit einer Reihe von fünf bis sechs kurzen Stacheln auf dem Furchenflächenrand, kammartig angeordnet, die übrigen drei Ränder mit schmalen papilliformen Stacheln, ihre Ventralfläche ist mit einer Haut bedeckt, ohne Stacheln. Die Ambulacralfurchen während der Contraction bedeckt von den Ambulacralplatten mit ihrer Bewaffnung. Ventrale Interradialfelder entwickelt mit wenigen Platten, die mit Granula bedeckt sind, jede Platte mit einer gefranzten Schwimmhaut, ebenso auf den Randplatten. Superambulacralplatten vorhanden. Keine Pedicellarien.

Literatur: **Müller u. Troschel** (375); **Möbius** (363).

1 Art: *hesperus* (Müller u. Troschel); Japan und China, im pacifischen Ocean und Südsee, lebt in der Randzone 36 m tief.

2. *Leptoptychaster* Smith 1876.

Körper abgeplattet. Arme mässig verlängert. Ventrale Interradialfelder schmal, mit wenigen Ventrolateralplatten. Dorsalseite mit Paxillen mit radförmiger Krone. Randplatten sehr kurz und bandförmig. Obere Randplatten schmäler als die unteren, mit einer hervorragenden Erhebung und besonders entwickelten Fasciolarrinnen. Adambulacralbewaffnung: Eine Anzahl divergirender Stacheln in mehreren Reihen.

Literatur: **Barrett** (22); **Sars***) (468, 470); **Sladen** (503); **Smith** (508, 509, 511); **Perrier** (402); **W. Thomson** (540).

3 Arten: *arcticus* (Sars) im atlantischen Ocean; *antarcticus* Sladen, in der Südsee, *kerguelenensis* Smith, in der Südsee.

*) Reise i Lofoten og Finmarken, Nyt Mag. f. Naturvidensk. Bd. 6, p. 161.

Diese Gattung lebt in geringen Tiefen, *kerguelenensis* 18—180 m, *antarticus* 380 m, *articus* 36—1240 m, die Sladen'sche var. *elongata* geht bis 2430 m, *kerguelenensis* ist bekannt durch die Art der Brutpflege. Zwischen den Stielen der Paxillen entwickeln sich die Eier zu den jungen Seesternen, die man ausgewachsen auf dem Mutterthier noch herumkriechend antrifft.

3. *Moiraster* Sladen 1889.

Scheibe breit, Arme mässig verlängert. Randplatten in beiden Reihen gut entwickelt, getrennt durch eine Furche. Untere Randplatten mit spatelförmigen Stacheln. Ventrale Interradialfelder breit, zahlreiche Ventrolateralplatten in quere Reihen gestellt. Rückenfläche mit Paxillen, letztere schmal, mit massigen Kronen. Bewaffnung der Adambulacralplatten: drei Furchenstacheln ein Dreieck bildend und zwei bis drei Reihen von zwei bis drei meisselförmigen Stacheln, die denen der Ventrolateralplatten ähneln. Superambulacralplatten vorhanden.

Literatur: **Bell** (28); **Sladen** (503).

1 Art; *magnificus* (Bell), St. Helena.

4. *Astropecten* Linck.

(*Stellaria* Nardo, *Asterias* Agassiz, *Crenaster* d'Orbigny).

Körper auf beiden Seiten platt niedergedrückt, Scheibe verhältnissmässig gross. Arme lang, zugespitzt von der Basis an. Randplatten gross, mit Stacheln besetzt. Die unteren Randplatten mit stachelartigen Schüppchen besetzt, die gegen den Rand sich zu langen Stacheln verlängern. Die oberen Randplatten mit Granula, Borsten oder Reihen von Stacheln besetzt. Rückenfläche mit Paxillen. Ventrale Interradialfelder klein. Adambulacralbewaffnung: je eine Reihe, äusserer und innerer Furchenstacheln und ventrale Stacheln oder Paxillen. Ventrolateralplatten in ein bis zwei kurzen Längsreihen. Pedicellarien fehlen. Kiemenbläschen einfach. Füsschen ohne deutliche Saugscheibe. After fehlt.

Literatur: **Delle Chiaje** (83); **Döderlein** (114); **Gray** (174); **Grube** (198); **Heller** (222); **Köhler** (Echinodermes, Résultats scientifiques de la Campagne du Caudan, Annales de l'univ. de Lyon, 1896, Fasc. 1. Catalogue raisonné des Echinodermes rec. p. Korotnevaux Iles de la Sonde Mém. Soc. Zool. de France 1895. Rapport prélim. sur les Echinodermes du Caudan. Rev. Biolog. du Nord de la France. T. 7. 1894—95); **Lamarck** (275); **Linck** (284); **Ludwig** (302, 305, Fauna Neapel); **Lütken** (314); **O. F. Müller** (377); **Müller u. Troschel** (375); **v. Martens** (338); **Otto** (393); **Perrier** (399, Expéd. du Talisman); **Retzius** (447); **Sars** (469, 470); **Say** (476); **Sladen** (500, 503, 504); **Studer** (526); **Verrill** (549).

58 Arten: *acanthifer* Sladen, *alatus* Perrier, *alligator* Perrier, *andersoni* Sladen, *antillensis* Lütken, *arenarius* Perrier, *articulatus* Say, *aurantiacus* (Linné), *bispinosus* (Otto), *brasiliensis* Müller und Troschel, *brevispinus* Sladen, *buschii* Müller u. Troschel, *calcitrapa* Lamarck, *capensis* Studer, *ciliatus* Grube, *cingulatus* Sladen, *duplicatus* Gray, *dussumieri* Perrier, *edwardsi* Verrill, *erinaceus* Gray, *fragilis* Verrill, *formosus* Sladen, *granulatus* Müller u. Troschel,

hemprichii Müller u. Troschel, *hermatophilus* Sladen, *hispidus* Müller u. Troschel, *ibericus* Perrier, *imbellis* Sladen, *indicus* Döderlein, *irregularis* Linck, *japonicus* Müller u. Troschel, *javanicus* Lütken, *jonstoni* Delle Chiaje, *longispinus* Müller u. Troschel, *mauritianus* Gray, *mesactus* Sladden, *monacanthus* Sladen, *notograptus* Sladen, *pectinatus* Sladen, *pentacanthus* (Delle Chiaje), *peruvianus* Verrill, *petalodea* Retzius, *platyacanthus* (Philippi), *polyacanthus* Müller u. Troschel, *pontoporaeus* Sladen, *preisii* Müller u. Troschel, *regalis* Gray, *richardi* (Valencienne), *samoensis* Perrier, *schoenleinii* Müller u. Troschel, *scoparius* Valencienne, *serratus* Müller u. Troschel, *spinulosus* (Philippi), *tamilicus* Döderlein, *tiedemanni* Müller und Troschel, *triseriatus* Müller u. Troschel, *velitaris* Martens, *vestita* (Say), *zebra* Sladen, *zebra* var. *rosea* Sladen.

Die Gattung *Astropecten* ist über die ganze Erde verbreitet. Mit Ausschluss von 3 Arten: *brevispinus*, *hermatophilus*, *irregularis*, die bis 900 m tief leben, ist sie auf die Litoralzone beschränkt und liebt seichtes Wasser. Im atlantischen Ocean finden sich 22 Arten, im pacifischen 13 Arten, im indischen Ocean und Südsee 6 Arten, der Fundort der übrigen ist unbekannt. Im Mittelmeer leben 5 Arten, *aurantiacus*, *bispinosus, jonstoni*, *pentacanthus, spinulosus,* von denen Ludwig*) eine ausführliche Beschreibung gegeben hat.

5. *Psilaster* Sladen 1885.

Scheibe klein, Arme mässig lang, kräftig und an der Basis hoch, spitz zulaufend. Oberfläche der Randplatten mit Schüppchen der Granula. Obere Randplatten glatt, ohne Stacheln. Untere Randplatten mit kleinen Stacheln in Reihen, dicht anliegend. Dorsalfläche mit compacten Paxillen, auf den Seiten der Arme in quere Reihen gestellt. Ventrale Interradialfelder klein, Ventrolateralplatten zahlreich, klein längs der Arme. Adambulacralbewaffnung eine Reihe von sehr langen cylindrischen Furchenstacheln und auf der Ventralseite zwei Längsreihen von kurzen Stacheln. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Düben u. Koren** (116); **Köhler** (Annal. de l'Univers. de Lyon); **Möbius** und **Bütschli** (366); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399, 413 Expédit. scientif. du Travailleur et du Talisman, Echinodermes. Paris 1894); **Sladen** (503).

5 Arten: *acuminatus* Sladen, *andromeda* (Müller u. Troschel), *cassiope* Sladen, *gracilis* Sladen, *patagiatus* Sladen.

Ps. andromeda ist eine der gewöhnlichsten Arten und wurde von Müller u. Troschel zu *Astropecten* gestellt. Die dorsalen Randplatten tragen, wie Perrier**) bestätigt, bei einzelnen Exemplaren Stacheln. Im atlantischen Ocean kommen 9 Arten vor, die fünfte *gracilis* ist auf den pacifischen Ocean beschränkt, *acuminatus* lebt in beiden. Sie leben theils in der Littoralzone, oder gehen auch, wie *acuminatus* und *andromeda*, in

*) Seesterne, 24. Monographie Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Berlin 1897.
**) Résultats scientif. de la Campagne du Caudan. Echinodermes. Paris 1896.

die continentale Zone. Nur *gracilis* wurde in der Abyssalzone bis 1500 m gefunden.

6. *Phoxaster* Sladen 1885.

Scheibe klein, Arme mässig lang, kräftig, Seitenränder hoch. Randplatten klein und hoch. Obere und untere Reihe correspondirend. Oberfläche beider Reihen bedeckt mit kurzen Papillen. Ohne Stacheln. Dorsalfläche mit Paxillen. Ventrale Interradialfelder klein, längs der Arme aber eine Reihe schmaler bandförmiger Platten, die Adambulacral- von den unteren Randplatten trennend. Alle ventralen Platten mit Paxillen. Adambulacralplatten breit und pentagonal. Bewaffnung eine Reihe von fünf kurzen paxillenförmigen Furchenstacheln, ringförmig angeordnet, und ventral zwei Längsreihen von kurzen Stacheln. Mit epiproctalem Fortsatz. Sämmtliche Stacheln mit membranösen Scheiden. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (503).

1 Art: *pumilus* Sladen, an der Ostküste der Vereinigten Staaten im atlantischen Ocean von 2230—3220 m.

7. *Bathybiaster* Danielssen und Koren 1883.

Körper flach. 5 Arme mässig lang zugespitzt. Ambulacralfurche weit, mit langen modificirten Pedicellarien längs ihrer Ränder. Ventrale Interradialfelder breit mit sitzenden Pedicellarien. Dorsalfläche mit mehr weniger runden Paxillen, Ventralfläche flach. Auf der Scheibe und dem mittleren Theil der Arme besteht das Dorsalskelett aus runden, verborgenen schuppenförmigen Platten, und auf den Seitenrändern der Arme ist es von sternförmigen schuppenartigen Platten gebildet. Obere und untere Randplatten mit Stacheln. Adambulacralplatten mit Stacheln, die mit einer Membran umgeben sind. Ambulacralfüsschen konisch zugespitzt. Zangenförmige Pedicellarien. Ohne After. Ohne dorsalen Fortsatz. Dornen auf der Ventralseite bilden modificirte Pedicellarien.

Literatur: **Danielssen u. Koren** (106, 107); **Sladen** (503); **W. Thomson** (503).

3 Arten: *loripes* Sladen, *pallidus* (Dan. u. Kor.), *vexillifer* Wyv. Thomson.

Diese Gattung wurde von Danielssen und Koren für die nordatlantische Art *pallidus* aufgestellt. Im pacifischen Ocean lebt *loripes*, die Varietät *obsca* in der Südsee (Kerguelen). Sie leben in einer Tiefe von 1350 und 2190 m.

2. Subfamilie: *Luidiinae* Sladen 1887.

Adambulacralplatten von den unteren Randplatten getrennt durch eine Reihe kleiner intermediärer Platten in den interradialen Armwinkeln. Rand- und Adambulacralplatten correspondiren in Länge und Zahl.

1. *Luidia* Forbes 1839 = *Hemicnemis* Müll. u. Trosch., *Petalaster* Gray.

Körper niedergedrückt am Rande bestachelt. Fünf oder mehr lange, schmale im Endtheil zugespitzte Arme; Scheibe verhältnissmässig klein. Paxillen auf der dorsalen Seite auf Scheibe und Armen. Ventrale Inter-

radialfelder sehr klein. Ventrolateralplatten in einer langen Längsreihe gestellt. Obere Randplatten fehlen (nach Ludwig = Randpaxillen). Untere Randplatten deutlich. Pedicellarien sitzend, zangen- bis büschelförmig. Kiemenbläschen viellappig. Ambulacralfüsschen ohne deutliche Saugscheiben.

Literatur: **Bell** (54, 55, 57); **Delle Chiaje** (84); **Danielssen** u. **Koren** (106); **Düben** u. **Koren** (116); **Forbes** (144, 145); **Gray** (174, 178); **Grieg** (190); **Heape** (218); **Heller** (222, 223); **Herdman** (226, Eight Ann. Rep. of the Liverpool Marine Biol. Comm., Proc. Trans. Liverpool Biol. Soc. Vol. 9, 1895); **Koehler** (Rapport préliminaire sur les Echinodermes du Caudan, Rev. Biol. Nord France, Année 7, 1896. Résultats scientifiques de la campagne du Caudan dans le Golf de Gascogne. Echinodermes. Annales de l'Univ. de Lyon 1896, Fasc. 1); **Kükenthal** u. **Weissenborn** (272); **Loriol** (294); **Ludwig** (302); **Lütken** (Vidensk. Meddel. naturh. foren. Kjobenhavn for 1859, p. 42); **Martens** (338); **v. Marenzeller** (336, 337, Denkschr. d. Math. Naturw. Cl. d. K. Akad. Wien, Bd. 62); **Meissner** u. **Collin** (Wiss. Meeresunt. Kiel, Bd. 1); **Müller** u. **Troschel** (Monatsber. d. K. Akad. d. Wissensch. Berlin 1840. S. 105); **Norman** (387); **Perrier** (398, 399, 402, 409, Travailleur); **Philippi** (427); **Sars** (465); **Say** (476); **Scott** (484); **Sladen** (499, 500); **Storm** (518). **Studer** (526).

24 Arten: *africana* Sladen, *aspera* Sladen, *alternata* (Say) Lütken, *barbadensis* Perrier, *bellonae* Lütken, *brevispina* Lütken, *californica* Perrier, *chefuensis* Grube, *ciliaris* (Philippi) Gray, *clathrata* (Say) Lütken, *columbiae* (Gray) Perrier, *convexiuscula* Perrier, *elegans* Perrier, *foliata* Grube, *forficifer* Sladen, *hardwickii* (Gray) Perrier, *limbata* Sladen, *longispina* Sladen, *maculata* Müller u. Troschel, *quinaria* (Martens) Sladen, *sarsi* Düben und Koren, *savignyi* (Audouin) Gray, *senegalensis* (Lamarck) Müller und Troschel, *variegata* Perrier.

Diese Gattung ist im atlantischen Ocean mit 10, im indischen mit 3, im malayischen Archipel mit 5 und im pacifischen mit 8 Arten vertreten. *Ciliaris* von den Färöer bis ins Mittelmeer, *sarsi* vom Throndhjemfjord an der norwegischen Küste bis nach Kreta. Die meisten Arten gehören der Continental- und Litoralzone an, einige wie *sarsi* kommen auf abyssal, 1298 m, vor. Ihr Wohnort ist bald vulkanischer, bald Korallensand, bald Schlamm (vergl. Ludwig, Fauna u. Flora Neapel, Seesterne 1897).

2. *Platasterias* Gray 1871.

Körper sehr niedergedrückt, flach. Fünf flache Arme, welche nahe der Basis breiter werden, und nach den Enden zu sich verschmälern; an der Basis durch tiefe Einschnitte von einander getrennt. Armränder mit einer Reihe kurzer, dicht gestellter beweglicher Stacheln. Dorsalfläche mit queren Reihen kurzer Papillen, die mit kurzen Dornen oder Paxillen besetzt sind. Ventralfläche mit einer centralen Längsfurche auf jeder Seite parallel zur Ambulacralfurche, bedeckt mit queren Reihen von geradlinigen Furchen, jede mit Reihen von kurzen Stacheln und mit einem Büschel von gleichen Stacheln auf den Mundwinkeln. Obere Randplatten vorhanden. Adambulacralplatten durch eine Furche getrennt. Ohne Pedicellarien.

Literatur: Gray (179).

1 Art: *latiradiata* Gray, Mexico (Tehuantepec).

Gattung *Astrella* Perrier, mit 1 Art *Astrella simplex*, Perrier, 1882, möglicher Weise Jugendform einer *Luidia*, vielleicht von *Luidia Sarsii* (vergl. Perrier, Expédit. scientif. du Travailleur et du Talisman. Echinodermes, Paris, 1894).

III. Familie ***Porcellanasteridae*** Sladen (1883), emend. 1886.

Fünf Arme gewöhnlich schmal. Scheibe mehr weniger geschwollen. Randplatten in beiden Reihen schwach, blattförmig, porzellanartig, nackt oder mit einer epithelialen Membran bedeckt. Dorsalfläche mit einer Membran, mit Stacheln oder Pseudopaxillen. Eine mehr weniger lange tubenförmige epiproctale Verlängerung im Centrum der Scheibe. Ventrale Interradialfelder mit schuppenförmigen Platten, mehr weniger regulär angeordnet und bedeckt mit einer Membran. Adambulacralplatten lang, einfach, mit 1—5 Stacheln nur auf dem Furchenrande und oft ein oder mehr Reihen von Granula auf der ventralen Fläche.

Cribriforme Organe längs der verticalen Sutur, in der die Randplatten in den Armwinkeln zusammenstossen. Ambulacralfüsschen in einfachen Reihen mit konischen Enden. Madreporenplatte gewöhnlich in der Nähe der Randplatten.

Sladen errichtete im vorläufigen Bericht der Challenger-Expedition in der Familie der *Astropectinidae* eine Subfamilie der *Porcellanasterinae* für Tiefseeformen, die sich besonders durch die von ihm als *organes cribriformes* bezeichneten Organe, durch grosse Mundeckstücke, durch eine Madreporenplatte nahe am Rande der Scheibe, durch eine Reihe von Ambulacralfüsschen und besonders durch einen eigenthümlichen Fortsatz auszeichneten, der sich auf dem Rücken im Centrum der Scheibe erhebt. Perrier (413) schlug hierauf vor, die Subfamilie zum Range einer Familie zu erheben, was von Sladen (503) geschah, indem er die Familie der *Porcellanasteridae* 1889 aufstellte, die er aber wieder in zwei Subfamilien trennte, die *Porcellanasteridae* und die *Ctenodiscinae*. Zur letzteren Gruppe gehört nur eine Gattung. Die Trennung in zwei Subfamilien erscheint etwas künstlich, sodass wir sie nicht beibehalten haben. Die von Perrier aufgestellte Gattung *Caulaster*, die Sladen nur für einen jungen *Porcellanaster* hält, ist nach der neuen Darstellung Perrier's*) unzweifelhaft eine sicher begrenzte Gattung.

1. Gattung *Porcellanaster* Wyville Thomson 1877.

Fünf kurze umkehrbare Arme. Scheibe mehr weniger aufgetrieben. Randplatten wenigstens fünf. Obere Randplatten oft mit einem Stachel. Ein bis drei cribriforme Organe. Dorsalfläche mit zahlreichen kleinen Stacheln und einer Membran bedeckt. Ventrale Interradialfelder mit dünnen Platten gepflastert, mehr weniger regelmässig, gestellt, mit einer Membran

*) Echinodermes. Expédit. scientif. du Travailleur et du Talisman. Paris 1884. p. 203.

überzogen. Adambulacralplatten mit ein oder mehreren Stacheln. Epiproctalfortsatz gut entwickelt.

Literatur: **Perrier** (413, Echinodermes. Expéd. scientif. du Travailleur et du Talisman. Paris 1894. p. 212); **Sladen** (500, 503); **Wyv. Thomson** (541).

8 Arten: *coeruleus* W. Thomson; *caulifer* Sladen; *crassus* Sladen; *eremicus* Sladen, *gracilis* Sladen, *granulosus* Perrier, *inermis* Perrier, *tuberosus* Sladen.

Sämmtliche Arten sind Tiefseebewohner. Sie wohnen in einer Tiefe von 1500—4000 m auf Schlamm und rothem Thon. Im atlantischen Ocean wurden vier, im pacifischen drei, im malayischen Archipel eine (*caulifer*) erbeutet.

2. Gattung *Caulaster* Perrier 1882.

Körper geschwollen, mit kurzen und abgestutzten Armen, nach oben umkehrbar. Drei bis vier Randplatten, nach der Armspitze schmäler werdend. Obere Randplatten getrennt. Grosse Terminalplatten mit drei Stacheln. Adambulacralplatten mit zwei kleinen Stacheln. Ventrolateralplatten wenig zahlreich. Ein cribriformes Organ interradial gelegen auf jeder Körperseite. Dorsalskelett besteht aus fünf Bändern von kleinen interradialen Platten mit ein oder mehreren Stacheln und central gelegenen Kelchplatten (*calicinales*). Epiproctalanhang gut entwickelt.

Literatur: **Perrier** (408); **Sladen** (503).

2 Arten: *pedunculatus* Perrier (Golfe du Gascogue), *sladeni* Perrier (Côtes du Maroc).

Beide Arten sind Tiefseebewohner, leben zwischen 1435 und 2020 m.

3. Gattung: *Styracaster* Sladen 1883.
(*Machairaster* Perrier 1884).

Körperoberfläche flach oder wenig gewölbt, fünf lange gekielte Arme umkehrbar nach oben. Obere Randplatten vereinigen sich auf der Medianlinie des Armrückens und tragen lange grosse Stacheln, die in der Medianlinie stehen. Dorsalfläche aus kleinen Platten bestehend mit einer Membran bedeckt, mit einfachen Stacheln oder Pseudopaxillen besetzt. Kein epiproctaler Anhang, sondern nur eine mehr weniger kegelförmige Erhebung. Ventrale Interradialfelder mit kahlen in Reihen gestellten Platten, mit einer Membran bedeckt. Adambulacralbewaffnung aus langen nadelförmigen Stacheln bestehend. Cribriforme Organe drei bis sieben in jedem Interbrachialbogen.

Literatur: **Perrier** (410, Echinodermes. Expédit. scientif. du Talisman et du Travailleur. Paris 1894. S. 218); **Sladen** (500, 503).

4 Arten: *armatus* Sladen, *Edwardsi* Perrier, *horridus* Sladen, *spinosus* Perrier.

Die Gattung ist abyssal und wurde zwischen 3000—4000 m gefunden im pacifischen und atlantischen Ocean.

4. Gattung: *Hyphalaster* Sladen 1883.

Körper mehr weniger niedergedrückt und pentagonal. Fünf Arme, kurz, cylindrisch oder verlängert und nicht umdrehbar. Obere Randplatten, ohne Stacheln, vereinigen sich auf der Medianlinie der Rückenseite. Dorsalflächenmembran mit Pseudopaxillen. Ventrale Interradialfelder breit mit zahlreichen, in reguläre Reihen gestellten dachziegelartigen Platten. Adambulacralplatten mit drei bis fünf kurzen Stacheln. Ein konischer epiproctaler Fortsatz vorhanden. Cribriforme Organe fünf bis sieben auf jedem interbrachialen Bogen.

Literatur: **Perrier** (412. Echinodermes. Expéd. scientif. du Talisman et du Travailleur. Paris 1894. S. 227); **Sladen** (400, 503).

6 Arten: *antonii* Perrier, *diadematus* Sladen; *hyalinus* Sladen; *inermis* Sladen, *parfaiti* Perrier, *planus* Sladen.

Auch diese Gattung gehört nur der abyssalen Zone an, ihre Arten leben 3000—5000 m tief im atlantischen (*antonii, parfaiti*), im pacifischen (*innermis, hyalinus, diadematus*) Ocean, während *planus* aus der Südsee bekannt geworden ist.

5. Gattung: *Thoracaster* Sladen 1883.

Körper breit. Fünf Arme, mässig lang, cylindrisch und steif. Obere Randplatten in der Medianlinie der Arme vereinigt, eine cylindrische Umschliessung, Bedeckung für den Arm bildend. Randplatten ohne Stacheln. Dorsalfläche bedeckt mit Paxillen. Ventrale Interradialfelder breit, mit Granula oder Dornen. Adambulacralplatten mit kurzen Furchenstacheln und ventralen papillenförmigen Stacheln. Terminalplatte sehr klein. Ohne epiproctalen Anhang. Cribriforme Organe 14.

Literatur: **Sladen** (500, 503).

1 Art: *cylindratus* Sladen, aus dem atlantischen Ocean, Westküste von Afrika, 4320 m tief.

6. Gattung: *Pseudaster* Perrier 1885.

Körper etwas gewölbt, beinahe pentagonal. Arme kaum vorhanden. Randplatten unbewaffnet. Terminalplatte gross, herzförmig mit drei Stacheln. Rückenfläche granulirt, Platten ohne Stacheln. Ventralplatten ein Mosaik bildend. Adambulacralplatten mit je vier bis fünf Furchenstacheln und kleinen ventralen Stacheln. Einfache epiproctale Erhebung. Cribriforme Organe zahlreich, rudimentär.

Literatur: **Perrier** (412, Echinodermes. Expéd. scientif. du Traivailleur et du Talisman. Paris 1894. S. 235).

1 Art: *cordifer* Perrier im atlantischen Ocean nördlich von den Azoren 4060 m tief.

7. Gattung: *Ctenodiscus* Müller u. Troschel 1842.
= *Anodiscus* Perrier 1869.

Körper platt, fast pentagonal. Randplatten glatt, setzen sich auf der Bauchseite in transversale Schienen fort, die aus Schuppen bestehen.

Dorsalfläche mit Paxillen besetzt. Dorsal- und Ventralplatten an ihrem oberen Rande mit einer Reihe Stacheln. Mit einfachen cribriformen Organen auf den Rändern der Randplatten.

Literatur: **Dewhurst** (Nat. Hist. of the Order Cetacea . . . p. 283); **Düben und Koren** (116); **Gray** (174); **Linck** (284); **Lütken** (317); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (398, 399); **Retzius** (448); **Sladen** (503).

3 Arten: *australis* Lütken, *corniculatus* (Linck) Perrier, *procurator* Sladen.

Die Arten leben in einer Tiefe von 12—1080 m, nur *procuratur* wurde zwischen 72 und 2385 m angetroffen. Die letztere Art kommt an der Westküste von Süd-Amerika, die übrigen im atlantischen Ocean, *cornulatus* wurde von Sars (470) fossil im Postpliocän der Glacialformation bei Christiania gefunden.

IV. Familie ***Pentagonasteridae*** Perrier 1884.

Körper abgeplattet, fünf Arme oft derartig verkürzt, dass der Körper ein Pentagon mit geradllinigen Seiten wird. Randplatten sehr gut entwickelt, grösser als die Adambulacralplatten, mit Granula oder schuppenartigen Stacheln oder isolirten Stacheln verschiedener Form. Dorsalskelett (Kiel- und Kelchplatten) wie die Dorsolateralplatten vieleckig, gerundet oder sternförmig, nackt, granulirt oder zu kurzen Paxillen entwickelt. Dorsolateralplatten gewöhnlich in parallelen Reihen angeordnet. Ventrolateralplatten zahlreich, polygonal, mosaikartig gestellt, mit Granula oder kurzen Stacheln besetzt. Ambulacralfüsschen zweireihig, gewöhnlich cylindrisch mit Saugscheibe. After stets vorhanden, oft durch Paxillen verdeckt. Kiemenbläschen isolirt.

1. Subfamilie: *Astrogoniinae* Perrier 1894.

Rückenfläche mit Paxillen. Mundeckstücke kräftig, hervorspringend. Ventrale und untere Randplatten mit Granula und Stacheln.

1. *Astrogonium* emend. Perrier 1885.

= *Pseudarchaster* Sladen 1885, *Aphroditaster* Sladen 1885.

Körper mehr weniger pentagonal. Arme mittellang, an der Basis breit. Adambulacralplatten mit einem Kreis von Stacheln, die auf dem Furchenrand stehenden länger und schlank, ausserdem ein oder zwei lange, konische Subambulacralstacheln zahlreich. Obere Randplatten auf den Armen nicht einander berührend, sondern in der ganzen Länge getrennt. Ventrolateralplatten in Reihen gestellt wie die unteren Randplatten mit Granula und oft mit Stacheln bedeckt. Obere Randplatten mit Granula und streifenförmigen Pedicellarien. Paxillen der Rückenfläche polygonal. Ambulacralfüsschen zweireihig.

Literatur: **Perrier** (413, Expéd. scientif. du Travailleur et du Talisman, 1894, p. 338); **Sladen** (503, Narr. Chall. Exped.).

10 Arten: *annectens* Perrier, *aphrodite* Perrier, *discus* (Sladen), *fallax* Perrier, *gracile* (Sladen), *hystrix* Perrier, *intermedium* (Sladen), *necator* Perrier, *patagonicum* Perrier, *tessellatum* (Sladen).

Die 10 Arten vertheilen sich auf den atlantischen Ocean, auf den pacifischen 2. Sie gehören theils der continentalen, theils der litoralen Zone an; nur *fallax* ist abyssal, 1200—2200 m.

Die Arten der beiden von Sladen aufgestellten Gattungen, die er bei den *Archasteriden* einreihte, lassen sich ohne Zwang der Gattung *Astrogonium* im Perrier'schen Sinne einordnen, welcher Eintheilung wir uns anschliessen.

2. *Paragonaster* Sladen 1885.
   Goniopecten (pars) Perrier 1881.
   Astrogonium (pars) Perrier 1885.

Körper abgeplattet, in der Form eines Pentagons, dessen Ecken sich in sehr lange Arme verlängern, die sich von ihrer Basis an verjüngen. Adambulacralplatten der zwei letzten Drittel der Arme rectangulär, eingefasst von einem Kreis von Stacheln, von denen etliche länger und schlanker sind und auf dem freien Rande stehen. Ein oder zwei subambulacrale lange konische Stacheln. Obere Randplatten getrennt von denen der Gegenseite der Arme durch eine einfache Reihe von quadratischen Platten (Carinales). Randplatten ebenso wie die medioradiale Reihe der Abactinalplatten (Kielplatten, carinales) granulirt. Untere Randplatten mit einer queren Reihe von schmalen Dornen. Dorsalseite der Scheibe mit hexagonalen Platten mehr weniger paxilliform. Kiemenbläschen isolirt, auf den Ecken der Platten.

Literatur: **Perrier** (399, 405, 410, 413); **Sladen** (503).

5 Arten: *cylindratus* Sladen, *ctenipes* Sladen, *elongatus* (Perrier), *strictus* Perrier, *subtilis* (Perrier).

Diese Gattung bewohnt den atlantischen Ocean und die Südsee (*ctenipes*). Mit Ausnahme von *ctenipes*, welche Art in 260 m Tiefe lebt, leben die Arten in Tiefen von 2000 bis über 4000 m.

3. *Mediaster* Stimpson.

Obere Randplatten getrennt durch Reihen von Paxillen. Randplatten breit. Dorsolateral- und Kielplatten auf den Armen vorhanden. Rückenplatten schmal, Paxillen. Klappenförmige Pedicellarien.

Literatur: **Stimpson** (517).

1 Art: *aequalis* Stimpson, im nordpacifischen Ocean (San Francisco) auf die litorale Zone beschränkt.

4. *Dorigona* Gray 1866.
   Pentagonaster (S. g. *Dorigona*) Perrier 1875.
   Pentagonaster (pars) Perrier 1884.
   Nymphaster Sladen 1885.

Körper niedergedrückt, mit fünf langen, schlanken zugespitzten Armen. Ambulacralbewaffnung in Längsreihen gestellt. Obere Randplatten berühren sich auf der Armoberfläche. Untere Randplatten granulirt ohne Stacheln. Ventrolateralplatten granulirt, oft in Reihen gestellt.

Paxillen polygonal, sich berührend, wenig hervorspringend. Pedicellarien vorhanden.

Literatur: **Gray** (178); **Koehler** (Rev. Biol. du Nord de la France, T. 7); **Perrier** 399, 409, 410, 413, Expédit. scientif. du Travailleur et du Talisman. Paris 1894); **Sladen** (503); **Studer** (526).

12 Arten: *albida* Sladen, *alexandri* Perrier, *arenata* Perrier, *basilia* Sladen, *bipuncta* Sladen, *iacqueti* Perrier, *moebii* (Studer), *prehensilis* Perrier, *protenta* Sladen, *subspinosa* Perrier, *symbolica* Sladen, *ternalis* Perrier.

Sie bevölkern den atlantischen Ocean, den indischen (*moebii*), den malayischen und den südpacifischen Ocean (*bipuncta*), und gehören der litoralen, continentalen und abyssalen Zone an.

5. Gattung: *Rosaster* Perrier 1894.

Pentagonaster (*pars*) Perrier 1881 u. 1884.

Fünf sehr kurze Arme. Adambulacralstücke am Rande geradlinig, mit einer zur Ambulacralfurche parallelen Reihe von Furchenstacheln, von denen einer oder zwei länger und dicker sind als die Ambulacralstacheln. Ventrolateralplatten grösser als die Adambulacralien mit Granula versehen. Obere Randplatten mit den unteren correspondirend, nur letztere mit hervorragender Granula bedeckt. Rückenseite mit Paxillen, die stark hervorspringen. Kiemenbläschen gleichmässig auf der Rückenseite vertheilt, ausser in den Interradien. After deutlich. Ohne Pedicellarien. Ambulacralfüsschen klein.

Literatur: **Perrier** (405, 410, Exped. scientif. du Travailleur).

1 Art: *alexandri* Perrier, Golf von Mexico und Antillenmeer.

2. Subfamilie: *Pentagonasterinae* Perrier 1894 (non sensu Sladen 1888).

Ventralplatten nackt oder mit Granula, oft mit Stacheln besetzt. Rückenplatten leicht convex, nackt oder mit Granula, ohne Paxillen.

1. Gattung: *Phaneraster* Perrier 1894.

Körper pentagonal platt, an den Seiten tief ausgeschweift. Adambulacralplatten rechteckig, mit zwei oder drei cylindrischen Adambulacralstacheln, zwei Reihen von Stacheln auf der ventralen Fläche, und eine Reihe Granula parallel zur Ambulacralfurche. Ventrolateralplatten gross, polygonal, mit grossen Granula bedeckt, von denen ein oder zwei central hervorragen. Obere Randplatten correspondiren mit den unteren, zahlreich, nackt, convex, von einer Reihe Granula eingefasst. Sämmtliche Rückenplatten mit abgeplatteten Granula bedeckt, Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Linck** (284); **Lamarck** (275); **Gray** (174); **v. Martens** (338); **Sladen** (268); **Perrier** (388, Travailleur); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399, Expéd. du Travailleur); **Sladen** (403); **Verrill** (551).

1 Art: *semilunatus* (Linck); diese von Müller u. Troschel als *Astrogonium cuspidatum* beschriebene Art findet sich in den europäischen Meeren, Cap Verdischen Inseln.

Dr. H. G. BRONN'S
Klassen und Ordnungen
des
THIER-REICHS,
wissenschaftlich dargestellt
in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abtheilung.
Echinodermen (Stachelhäuter.)

Begonnen von
Dr. H. Ludwig,
Professor in Bonn.

Fortgesetzt von
Dr. Otto Hamann,
Professor in Berlin.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

25., 26., 27. u. 28. Lieferung.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1899.

2. Gattung: *Pentagonaster* Linck.

Körper abgeflacht, pentagonal mit mehr oder weniger ausgezogenen Ecken. Alle Platten der Rücken- wie Bauchfläche mit Granula bedeckt. Adambulacralplatten mit prismatischen Stacheln und zwei oder drei Reihen von Granula auf der Ventralfläche, parallel zur Ambulacralfläche. Ventrolateralplatten polygonal, zahlreich, mosaikartig angeordnet. Obere Randplatten correspondiren mit den unteren in Gestalt und Lage. Pedicellarien, wenn vorhanden, klappenförmig. Kiemenbläschen fehlen oft auf den fünf Interradien. After deutlich, von Kalkpapillen umgeben. Ambulacralfüsschen zweireihig, mit deutlicher Saugscheibe.

Literatur: **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist. 1893); **Barrett** (22); **Bell** (44); **Carus** (82); **Gray** (174, 178); **Gmelin** (165); **Gasco** (155); **Heller** (221); **Koehler** (Rev. Biol. du Nord de la France, T. 7, 1894—95. Annales de l'Univ. de Lyon [Campagne du Caudan] Fasc. 1, 1896.) **Linck** (284); **Loriol** (Arch. Mus. Lyon 6); **Ludwig** (Seesterne, Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel, 1897); **Lütken** (Vid. Meddel. Nat. For. Kjobenhavn, 1890); **v. Marenzeller** (333, 336, 337; Denkschriften d. Kais. Akad. d. Wiss. Bd. 62, Math. nat. Kl., 1895); **v. Martens** (338); **Müller u. Troschel** (375, 377); **Perrier** (399, 413); **Sladen** (503, P. R. Irish Ac. Ser. 3, 1); **Verrill** (551, Americ. Journ. Sc. Vol. 49).

41 Arten: *affinis* Perrier, *auratus* (Gray) Perrier, *arcuatus* Sladen, *affinis* Perrier, *astrologorum* Müller u. Troschel, *australis* (Gray) Perrier, *austrogranularis* Perrier, *belli* Studer, *bourgeti* Perrier, *chantrei* Loriol, *dentatus* Perrier, *deplasi* Perrier, *Dübeni* Gray, *fonki* (Philipp) Perrier, *grandis* Gray, *grenadensis* Perrier, *gosselini* Perrier, *granularis* Retzius, *gunni* Perrier, *haesitans* Perrier, *hystricis* v. Marenz, *investigatoris* Alcock, *iaponicus* Sladen, *inaequalis* Gray, *kergroheni* Koehler, *lepidus* Sladen, *magnificus* (Müller u. Troschel), *minor* Koehler, *mirabilis* Perrier, *nobilis* Müller u. Troschel, *parvus* Perrier, *patagonicus* Sladen, *picteti* Loriol, *planus* Verrill, *pulvinus* Alcock, *perrieri* Sladen, *placenta* (Müller und Troschel), *pulchellus* Gray, *ruber* Gray, *tubercularis* Gray, *tuberculatus* (Gray) Perrier, *vincenti* Perrier.

Die Arten dieser Gattung gehören meist der continentalen und abyssalen Zone an. Sie leben in einer Tiefe von 45—2400 m im atlantischen, pacifischen und indischen Ocean und in der Südsee. Zwei Arten *placenta* und *hystricis* sind im Mittelmeer heimisch. Eine erschöpfende Beschreibung von beiden gab Ludwig (Monographie der Seesterne in Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 1897).

3. Gattung: *Iconaster* Sladen 1889.

Scheibe regulär fünfeckig, flach. Armwinkel sehr stumpf abgerundet. Die oberen Randplatten berühren sich in der ganzen Armlänge. Adambulacralbewaffnung aus kurzen eckigen Körnern bestehend, die so dicht wie kleine Schuppen stehen. Dorsalplatten nackt. Auf einzelnen Rückenplatten zweiklappige Pedicellarien.

Literatur: **Bell** (38); **Dujardin u. Hupé** (117); **Lütken** (314); **Koehler** (Mém. Soc. Zool. France, 1895); **Möbius** (363); **Sladen** (503).

1 Art: *Iconaster longimanus* (Möbius) Sladen, Percy Island, Prince of Wales Channel, lebt litoral.

4. Gattung: *Chitonaster* Sladen 1885.

Körper sternförmig, mit fester convexer Scheibe und kurzen abgestutzten Armen. Rückenfläche mit Platten, die mit einer gleichmässigen Haut überdeckt sind. Jede Platte mit einem kurzen Stachel oder Tuberkel. Randplatten mit einer Haut bedeckt, die oberen mit zwei kurzen cylindrischen Stacheln; die unteren mit zwei oder drei ähnlichen Stacheln, transversal zur Armaxe gestellt. Adambulacralbewaffnung besteht aus drei breiten, cylindrischen, abgestumpften Stacheln, die rechtwinklig in einer Linie zur Ambulacralfurche stehen. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (Narr. Chall. Exped., 503).

1 Art: *cataphractus* Sladen, Südsee in 3550 m Tiefe.

5. Gattung: *Calliderma* Gray.

Körper flach, Arme verlängert. Randplatten breit, granulirt, alternirend. Untere Randplatten mit Stacheln. Rückenplatten und Platten der Bauchfläche granulirt, letztere mit einem, seltener zwei, centralen beweglichen spitzen Stachel. Adambulacralbewaffnung besteht aus 14 bis 16 Stacheln in einem Kreise, und zwei bis drei Reihen grosser beweglicher Stacheln auf der Ventralfläche.

Literatur: **Gray** (178).

1 Art: *emma* Gray, Japan (?).

6. Gattung: *Anthenoides* Perrier 1884.

Körper pentagonal, mit verlängerten Armen. Ventralfläche mit polygonalen Platten, Dorsalfläche netzförmig, bedeckt mit einer granulirten Haut. Untere Randplatten kräftig granulirt. Ventralplatten granulirt mit klappenförmigen Pedicellarien. Adambulacralbewaffnung besteht aus einem Kamm von 7 Stacheln, eine zweite Reihe von 3 dickeren und kürzeren Stacheln und den Pedicellarien.

Literatur: **Perrier** (410); **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist. 1893).

2 Arten: *peircei* Perrier, *sarissa* Alcock, Nordatlant. Ocean, Andaman See.

3. Subfamilie: *Goniodiscinae.*

Rückenfläche mit sternförmigen flachen Platten.

1. Gattung: *Goniodiscus* Müller u. Troschel 1842 emend. Perrier.

Körper pentagonal scheibenförmig, auf beiden Seiten platt. Randplatten gross, gekörnt. Bauch- und Rückenfläche getäfelt, granulirt. Dorsalplatten nackt, zwischen einander grosse Zwischenräume zum Durchtritt der Kiemenbläschen lassend. After subcentral.

Literatur: **Gray** (178); **Koehler** (Mém. Soc. Zool. France 1895); **de Loriol** (294); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (410, Talisman); **Philippi** (430).

11 Arten: *articulatus* (Linné) de Loriol, *cuspidatus* (Lamarck) Müller u. Troschel, *forficulatus* Perrier, *gracilis* Gray, *granuliferus* (Gray) Perrier, *pedicellaris* Perrier, *penicillatus* Philippi, *pleyadella*

(Lamarck) Müller u. Troschel, *sebae* Müller u. Troschel, *seriatus* Müller u. Troschel, *studeri* de Loriol.

Die Arten dieser Gattung leben litoral höchstens bis 320 m tief im indischen, malayischen, pacifischen und atlantischen Ocean.

2. Gattung: *Ogmaster* v. Martens 1865.

Die fünf innersten Bauchplatten an ihrer adoralen Seite tief gespalten. Untere Randplatten ohne Stacheln. Rückenfläche mit einer granulirten Haut überzogen.

Literatur: **Gray** (178); **Lütken** (314, 316); **v. Martens** (338); China (?).

1 Art: *capella* (Müller u. Troschel) v. Martens.

3. Gattung: *Stellaster* Gray 1840.

Goniaster (subg. *Stellaster*) v. Martens.

Pentagonaster (subg. *Stellaster*) Perrier.

Körper abgeplattet, pentagonal, mit sechsseitigen Platten. Rückenfläche mit einer granulirten Haut überzogen. Untere Randplatten mit abgeplatteten beweglichen Stacheln. Adambulacralbewaffnung in zwei Reihen gestellt.

Literatur: **Gray** (174, 178); **Koehler** (Mém. Soc. Zool. France 1895); **Möbius** (363); **Müller u. Troschel** (375); **Retzius** (448); **Studer** (526); **Sladen** (503).

6 Arten: *equestris* (Retzius) Müller u. Troschel, *granulosus* Perrier, *incei* Gray, *princeps* Sladen, *squamulosus* (Studer), *tuberculosus* v. Martens.

V. Familie: ***Antheneidae*** Perrier 1884.

Rückenskelett netzförmig, mit Granula oder Tuberkeln, oft mit einer Membran bedeckt. Randplatten stark, mit Granula oder Tuberkeln. Ventralplatten jede mit einem oder mehreren grossen klappenförmigen Pedicellarien.

1. *Anthenea* Gray 1840.

Hosia (*pars*) Gray, *Goniodiscus* (*pars*) Müller u. Troschel.

Goniaster (*pars*) v. Martens.

Körper pentagonal mit fünf Armen, mit Tuberkeln besetzt. Randplatten würfelförmig. Ventralskelett gebildet von polygonalen Platten. Rückenskelett bedeckt mit einer granulirten Haut.

Literatur: **Döderlein** (Semon, Zool. Forschungsreisen in Australien, 1896); **Gray** (174, 175, 178); **Lamarck** (275); **Lütken** (314); **v. Martens** (338); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399, 400, 410); **Whitelegge** (Austral. Mus. Sydney, Mem. 3, 1897).

7 Arten: *acuta* Perrier, *articulata* Perrier, *flavescens* (Gray) Perrier, *grayi* Perrier, *pentagonula* (Lamarck) Perrier, *tuberculosa* Gray, *peircei* Perrier.

Leben im indischen, malayischen und pacifischen Ocean ausschliesslich litoral.

2. *Hippasteria* Gray 1840.

Goniaster (*pars*) Agassiz, *Astrogonium* (*pars*) Müller und Troschel.

Körper vier- bis fünfarmig, platt mit Platten getäfelt die einen breiten centralen Tuberkel tragen.

Literatur: **Barrett** (22); **Forbes** (145, 146); **Gray** (174, 178); **Linck** (284); **Linnée** (286); **Müller u. Troschel** (375); **Norman** (387); **Parelius** (395); **Sladen** (503); **Verrill** (558).

1 Art: *plana* (Linck) Gray im nordatlantischen Ocean litoral.

VI. Familie: ***Pentacerotidae*** (Gray) Perrier emend. 1884.

Körper plump. Dorsalskelett netzförmig gekörnelt oder von einer lederartigen Haut überzogen. Ventralplatten mit kleinen klappenförmigen Pedicellarien oder ohne dieselben. Obere Randplatten oft kleiner als die unteren.

1. *Pentaceros* Linck 1733.

Pentaceros Schulze, *Goniaster* (*pars*) Agassiz, *Pentaceros* Gray, *Oreaster* Müller u. Troschel.

Körper sternförmig. Rückenseite der Scheibe und Arme mehr oder weniger bergartig erhoben, Arme auf der Mitte kielartig gewölbt. Randplatten wie sämmtliche Platten mit Granula, oft zugleich mit Tuberkeln, die stachelartig werden können. Obere Randplatten schmal.

Literatur: **A. Agassiz** (3); **L. Agassiz** (10); **Bell** (38); **Dujardin u. Hupé** (117); **Döderlein** (Semon, Zool. Forschungsreisen in Australien, 1896); **Gray** (174, 175, 178); **Koehler** (Mém. Soc. Zool. de France, 1895); **de Loriol** (294); **Linnée** (286); **Lütken** (314, 316); **Linck** (284); **v. Martens** (338, 341); **Michelin** (353); **Möbius** (365); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399, Travailleur); **Sladen** (503); **Sluiter** (507, Bijd. tot d. Dierk. 17); **Studer** (526); **Verrill** (549, 550).

35 Arten: *affinis* Müller u. Troschel, *alveolatus* Perrier, *australis* Lütken, *belli* de Loriol, *caledonicus* Perrier, *callimorphus* Sladen, *carinatus* Müller u. Troschel, *chinensis* Gray, *cumingi* Gray, *decipiens* Bell, *dorsatus* (Linné) Perrier, *forcipulosus* Lütken, *gracilis* Lütken, *granulosus* Gray, *grayi* Bell, *hedemanni* Lütken, *hiulcus* Linck, *luetkeni* Bell, *mammilatus* (Audonin) Perrier, *muricatus* Linck, *muelleri* Bell, *nodulosus* Perrier, *occidentalis* Verrill, *orientalis* Müller u. Troschel, *productus* Bell, *productus* var. *tuberata* Sladen, *regulus* (Val.) Müller und Troschel, *reinhardti* Lütken, *reticulatus* Linck, *sladeni* de Loriol, *superbus* Möbius, *thurstoni* Bell, *troscheli* Bell, *tuberculatus* Müller und Troschel, *turritus* Müller u. Troschel, *valvulatus* Müller u. Troschel, *verrucosus* Müller u. Troschel, *westermanni* Lütken.

Die Arten sind sämmtlich litoral, leben im atlantischen, indischen und pacifischen Ocean, ebenso im malayischen Archipel, fehlen aber in der Südsee.

2. *Nidorellia* Gray 1840.

Pentaceros, U.-Gatt. *Nidorellia* Gray.

Körper pentagonal, Arme nicht kielförmig gewölbt, kurz, breit. Rückenseite convex, mit beweglichen Stacheln. Obere Randplatten breit. Randplatten correspondirend. Breite Porenfelder.

Literatur: **Dujardin** u. **Hupé** (117); **Gray** (174, 178); **Lütken** (313, 314, 317); **Möbius** (363); **Müller** u. **Troschel** (375); **Perrier** (399); **Verrill** (549).

2 Arten: *armata* (Gray) Verrill; *michelini* Perrier. Leben litoral im pacifischen Ocean.

3. *Amphiaster* Verrill.

Körper sternförmig. Mit Stacheln. Randplatten irregulär und nicht correspondirend. Poren oder sehr schmale Porenfelder.

Literatur: **Verrill** (551).

1 Art: *insignis* Verrill im nordpacifischen Ocean litoral.

4. *Pentaceropsis* Sladen 1889.

Körper abgeplattet, Rückenseite gewölbt. Dorsalplatten irregulär, breit, mit ungranulirten Tuberkeln. Zwischen oberen und unteren Randplatten eine Reihe von Platten in den Zwischenbögen. Kleine Tuberkeln oder Stacheln auf den Randplatten.

Literatur: **Boryde** St. Sincent (Encycl. Méthod. livr. 10, 1827); **Döderlein** (Semon, Forschungsreisen in Australien, 1895); **Müller** u. **Troschel** (375); **Perrier** (399); **Sladen** (503); **Sluiter** (Bijdr. Dierk. 17).

2 Arten: *cuphues* Sluiter, *obdusatus* (Bory de Saint Vincent) Sladen, im malayischen Archipel litoral.

5. *Culcita* Agassiz 1835.

Körper pentagonal gewölbt oder flach, dick, mit stumpfen Kanten, die sehr hohe Seitenflächen bilden. Platten mit granulirten Tuberkeln. Buchfurchen setzen sich ein Stück auf den Rücken fort. Keine Randplatten an den Armenden. Mit breiten Porenfeldern. Adambulacralbewaffnung: innere und äussere Papillenreihen sehr variabel.

Literatur: **Agassiz** (10); **Bell** (32, 36); **Blainville** (66); **Döderlein** (Semon, Forschungsreisen in Australien, 1896); **Dujardin** u. **Hupé** (117); **Gray** (174, 178); **Hartlaub** (215); **Koehler** (Mém. Soc. Zool. de France, 1895); **Lamarck** (275); **Linck** (284); **de Loriol** (294); **v. Martens** (338, 341); **Möbius** (365); **Müller** u. **Troschel** (375); **Perrier** (399, 403, 410); **Peters** (423); **Schmiedel** (478); **Sladen** (503); **Sluiter** (507, Bijd. tot d. Dierkunde, Vol. 17, 1895); **Studer** (526); **Whitelegge** (Austral. Mus. Sydney, Mem. 3, 1897).

10 Arten: *acutispina* Bell, *arenosa* (Val.) Perrier, *coriacea* Müller u. Troschel, *grex* Müller u. Troschel, *niassensis* Sluiter, *novaeguineae* Müller u. Troschel, *pentangularis* Gray, *plana* Hartlaub, *schmideliana* (Retzius) Gray, *veneris* Perrier.

Sämmtlich auf die litorale Zone beschränkt im indischen und pacifischen Ocean, malayischen Archipel und Südsee, fehlen im atlantischen Ocean. Für die Systematik besonders werthvoll sind die Arbeiten von Hartlaub (215) und Döderlein (Semon, Zool. Forschungsreisen in Australien, Bd. 5, 1896).

6. *Asterodiscus* Gray 1847.

Körper pentagonal mit granulirten Tuberkeln, lederartig, niedergedrückt, Rücken convex. Arme kurz, abgerundet. Mit einem Paar von

breiten Randplatten an den Armenden. Kiemenbläschen zerstreut, nicht in Porenfeldern.

Literatur: **Gray** (175, 178); **Perrier** (399); **Sladen** (503).

1 Art: *elegans* Gray, im nordpacifischen Ocean und malayischen Archipel litoral.

7. *Choriaster* Lütken 1869.

Körper sternförmig, ohne grosse Granula und Stacheln, bedeckt mit einer Haut.

Literatur: **Lütken** (315, 317).

1 Art: *granulatus* Lütken im malayischen Archipel und pacifischen Ocean, littoral.

8. *Paulia* Gray 1840.

Körper sternförmig, granulirt mit kräftigen Stacheln auf Scheibe und Rand.

Literatur: **Gray** (174, 178); **Müller u. Troschel** (503); **Perrier** (399?).

1 Art: *horrida* Gray, im südpacifischen Ocean litoral.

VII. Familie: ***Gymnasteridae*** Perrier 1884.

Skelettplatten bedeckt von Haut. Ohne oder mit Granula, oder mit Stacheln. Randplatten gut entwickelt. Rückenplatten würfelig, berühren sich. Ventrolateralplatten regulär oft in Reihen gestellt. Pedicellarien sitzend, klappenförmig und salzfassförmig. Ambulacralfüsschen zweireihig.

1. *Asteropsis* Müller u. Troschel 1840, emend. Perrier 1876.

= *Petricia* Gray, *Asteropsis* (*pars*) Müller u. Troschel.

Körper convex, fünfarmig, Bauchfläche getäfelt. Rückenskelett unregelmässig. Adambulacralbewaffnung: zwei Stacheln in der Furchenfläche und zwei oder drei Ventralstacheln. Randplatten gross. Randplatten und Rückenfläche ohne Stacheln. Ein Paar Pedicellarien, an der Basis des Armes auf der Rückenfläche.

Literatur: **Dujardin u. Hupé** (117); **Gray** (174, 175, 178); **Lamarck** (275); **Müller u. Troschel** (503); **Perrier** (398, 399).

1 Art: *vernicina* (Lamarck) Müller u. Troschel, im pacifischen Ocean litoral.

2. *Dermasterias* Perrier 1875.

Körper mit einer Haut bedeckt, ohne Stacheln. Rückenplatten bilden ein Netzwerk. Adambulacralbewaffnung: ein Furchenstachel, ebenso ein Stachel auf der Ventralfläche. Randplatten klein, wie die Rückenplatten ohne Stacheln. Ohne Pedicellarien in den Armwinkeln auf der Rückenfläche.

Literatur: **Grube** (193); **Perrier** (399); **Verrill** (549).

1 Art: *imbricata* (Grube) Perrier, im nordpacifischen Ocean litoral.

3. *Gymnasteria* Gray 1840.

Asterope Müller u. Troschel, *Asteropsis* (*pars*) Müller u. Troschel.

Körper pentagonal. Mit einer Reihe medio-radialer Stacheln. Randplatten mit Stacheln. Obere Randplatten mit dicken Stacheln. Dorsal-

skelett aus runden Platten bestehend, in regulären Längsreihen gestellt. Pedicellarien sehr lang.

Literatur: **Döderlein** (Semon, Forschungsreisen in Australien, 1896); **Gray** (174, 178); **Lamarck** (275); **v. Martens** (338); **Michelin** (353); **Müller u. Troschel** (503); **Perrier** (398, 399); **Peters** (423); **Verrill** (549).

3 Arten: *carinifera* (Lamarck) v. Martens, *bisserata* v. Martens, *valvulata* Perrier.

Leben im indischen, pacifischen Ocean, malayischen Archipel und Südsee litoral.

4. *Tylaster* Danielssen u. Koren 1880.

Körper fünfarmig, Rücken gewölbt. Dorsalfläche ohne Skelett (Platten) mit kleinen Stacheln besät. Ventrolateralplatten in transversalen Reihen. Die Interradialfelder mit drei Reihen kleiner Stacheln, zwischen denen kürzere stehen. Adambulacralbewaffnung: drei Stacheln in einer Reihe. Obere Randplatten rudimentär, untere mit Stacheln. Kiemenbläschen auf die Rückenseite beschränkt. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Danielssen u. Koren** (105, 106).

1 Art: *willei* Danielssen u. Koren, bei Spitzbergen, continental und abyssal.

5. *Porania* Gray 1840.

= *Goniaster* (*pars*) Forbes, *Asteropsis* (*pars*) Müller und Troschel.

Körper kegelförmig, fünfarmig, pentagonal. Dorsalfläche abgeplattet. Rückenskelett netzförmig. Obere Randplatten schuppenförmig, untere Randplatten mit einer Reihe beweglicher Stacheln. Ventrolateralplatten breit. Skelett von einer nackten Membran bedeckt, gewöhnlich ohne Stacheln oder nur in geringer Anzahl. Adambulacralbewaffnung mit zwei Reihen beweglicher Stacheln. Kiemenbläschen nur auf der Rückenfläche.

Literatur: **Dujardin u. Hupé** (117); **Forbes** (144, 145); **Gray** (174, 178); **Koehler** (Rev. Biol. du Nord, France T. 7; Ann. de l'Univ. de Lyon, Fasc. 1, 1896); **Lütken** (313); **Leipoldt** (Z. f. wiss. Zool., Bd. 59); **Meissner** (Arch. f. Naturgesch., Jahrg. 62); **Müller u. Troschel** (503); **O. F. Müller** (378); **Norman** (387); **Perrier** (399, 402); **Sladen** (503); **Smith** (508); **Studer** (522); **Verrill** (Americ. Journ., Sc., 1895).

6 Arten: *antarctia* Smith, *glaber* Sladen, *grandis* Verrill, *insignis* Verrill, *magellanica* Studer, *pulvillus* (O. F. Müller) Norman, *spiculata* Sladen.

Leben im südpacifischen, dem atlantischen Ocean, in der Südsee und dem malayischen Archipel litoral, continental, zwei Arten (*antarctica*, *spiculata*) abyssal. Verrill stellt für *insignis* eine neue Gattung: *Chondraster*, auf (Americ. Journ. Sc., 1895).

6. *Marginaster* Perrier 1881.

Körper pentagonal, niedergedrückt. Obere Randplatten in der Haut liegend (ebenso Dorsal- und Ventrolateralplatten) mit wenig zahlreichen

kleinen Stacheln besetzt. Untere gross, nicht zahlreich, mit einem flachen Kamm von Stacheln, die einen breiten Randsaum bilden. Rückenskelett mit kleinen Stacheln. Kiemenbläschen einfach, nur auf der Rückenfläche. Pedicellarien fehlen. Adambulacralbewaffnung: ein bis zwei Längsreihen von mit Haut bedeckten Stacheln, und eine ventrale Reihe.

Literatur: **Gasco** (155); **Ludwig** (Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel, Seesterne, 1897); **v. Marenzeller** (336, Denkschr. d. Akad. Wien, Bd. 62); **Perrier** (409, 410, Travailleur); **Sladen** (503).

4 Arten: *capreensis* (Gasco) Perrier, *echinulatus* Perrier, *pectinatus* Perrier, *pentagonus* Perrier.

Diese Arten bevölkern den atlantischen Ocean in Tiefen von 120 m bis 2400 m. Nur *capreensis* (= *fimbriatus* Sladen) im Mittelmeer, durch Ludwig erschöpfend beschrieben.

7. *Rhegaster* Sladen 1883.

Körper subpentagonal. Rückenfläche convex, Ventralfläche glatt. Der ganze Körper mit einer Membran und mit gedrängt stehenden Stacheln besetzt. Untere Randplatten breit, den Rand bildend; obere unsichtbar unter der dorsalen Membran verborgen. Ventrolateralplatten mit Stacheln. Adambulacralplatten breiter als lang; Bewaffnung: kurze Stacheln von einer Membran umhüllt, eine Reihe bildend und mehrere ventrale Reihen. Kiemenbläschen isolirt, zahlreich, unregelmässig vertheilt. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (501, 503); **Verrill** (American Journ. Sc., Vol. 49, 1895).

3 Arten: *abyssicola* Verrill, *murrayi* Sladen, *tumidus* Stuxberg, *tumidus* var. *tuberculata* Danielssen u. Koren, nordatlant. Ocean.

8. *Poraniomorpha* Danielssen u. Koren 1881.

Körper dorsal etwas gewölbt, ventral flach, mit kurzen Stacheln besetzt, fünf Arme, am Ursprung breit. Untere Randplatten mit drei bis sechs Stacheln in einer Gruppe am Rande, bilden dachziegelartige Reihen. Adambulacralbewaffnung: eine Reihe von je drei Furchenstacheln und eine ventrale Reihe von Stacheln (im ganzen sechs). Pedicellarien fehlen. Kiemenbläschen in Gruppen gestellt.

Literatur: **Danielsen u. Koren** (106); **Verrill** (549).

3 Arten: *borealis* Verrill, *rosea* Danielssen u. Koren, *spinulosa* Verrill.

Leben im nordatlantischen Ocean continental und litoral.

9. *Lasiaster* Sladen 1889.

Körper sternförmig bis pentagonal. Dorsalskelett mit einer Membran und kleinen Stacheln bedeckt. Obere Randplatten gut entwickelt, bedeckt mit kleinen Stacheln. Untere Randplatten desgleichen, am Rand eine breite Reihe kleiner Stacheln. Adambulacralbewaffnung: eine Furchenreihe von zwei oder drei Stacheln, und eine Reihe von quergestellten Stacheln. Kiemenbläschen isolirt, unregelmässig vertheilt. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sars** (Fauna Littoralis Norvegia, Heft 3, 1877, S. 72); **Sladen** (503).

Arten: *hispidus* (Sars) Sladen, *villosus* Sladen; beide im nordatlantischen Ocean, die erstere litoral und continental, die letztere Art ausschliesslich abyssal.

VIII. Familie: ***Asterinidae*** (Gray 1840) emend. Perrier 1875.

Randplatten klein, oft undeutlich und mit ihren Axen convergirend. Rückenskelett aus dachziegeligen Platten zusammengesetzt, gezähnt an der einen Seite und mit Stacheln am freien Rande, oder unregelmässige runde Platten mit Büscheln von Stacheln. Arme durch grosse interbranchiale Ausbreitungen der Scheibe mit einander verbunden. Interradiale Ventralfelder mit dachziegelartigen Platten, die Stacheln tragen. Meist ohne Pedicellarien.

1. Subfamilie: *Ganeriinae* Sladen 1888.

Randplatten deutlich unterscheidbar.

1. *Cycethra* Bell 1881.

Körper sternförmig. Arme mässig lang. Rückenfläche mit in Paxillen-ähnlichen Gruppen gestellten dornenförmigen, kurzen Stacheln. Rückenplatten fast gleich. Randplatten mit einer senkrecht gestellten Gruppe von kleinen Stacheln. Ventrolateralplatten ebenfalls mit Gruppen von Stacheln. Adambulacralplatten schmal, bewaffnet mit einem oder zwei kräftigen Stacheln auf dem Furchenrande, und einer ventralen Reihe von cylindrischen kürzeren Stacheln.

Literatur: **Bell** (30); **Leipoldt** (Z. wiss. Zool., Bd. 59); **Meissner** (Arch. f. Naturgesch., Jg. 62); **Perrier** (418); **Sladen** (503); **Studer** (526).

4 Arten: *electilis* Sladen; *nitida* Sladen; *pinguis* Sladen; *simplex* Bell.

Kommen nur in der litoralen Zone im südatlantischen Oceane, *simplex* auch im südpacifischen Ocean vor.

2. *Ganeria* Gray 1847.

Körper flach, pentagonal, fünfarmig. Dorsalfläche lederartig, mit zahlreichen, oft gebogenen Reihen von sehr kurzen cylindrischen Stacheln. Randplatten correspondirend, rectangulär, tragen eine verticale Reihe von je 9—10 zugespitzten Stacheln (kammförmig). Ventralfläche bedeckt mit divergirenden Stacheln, je einer auf einer Platte. Ventrolateralplatten mit je einem bis zwei breiten Stacheln. Adambulacralbewaffnung: Zwei Furchenstacheln und eine Reihe divergirender ventraler Stacheln. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Gray** (175, 178); **Meissner** (Arch. f. Naturgesch., Jg. 62); **Perrier** (399, 417); **Sladen** (503); **Verrill** (549).

1 Art: *falklandica* Gray, Falkland-Inseln, Cap Virgins (Magellan-Strasse), litoral.

3. Gattung: *Lebrunaster* Perrier.

Dorsalfläche leicht convex. Ventralplatten mit Stacheln; Dorsalplatten mit Paxillen. Randplatten unterscheiden sich von den benach-

barten Platten weniger durch ihre Gestalt als durch die Vertheilung ihrer Stacheln. Adambulacralbewaffnung: zwei cylindrische Stacheln und drei kleinere.

Literatur: **Perrier** (418, Expéd. Travailleur 1894).

1 Art: *paxillosus* Perrier.

2. Subfamilie: *Asterininae* Sladen 1888.

Kiemenbläschen über die ganze Rückenfläche zerstreut. Rückenskelett besteht aus dicken Platten, die ohne innere Fortsätze sind.

1. *Patiria* (Gray 1840) emend. Perrier.

Körper kegelförmig, lederartig, mit fünf Armen. Dorsalplatten nicht dachziegelförmig, mit Stacheln bedeckt. Ventralplatten mit gleichmässig kreisförmigen Gruppen von Stacheln. Dorsalplatten zwei Arten: die einen halbmondförmig geschweift mit Reihen von Stacheln, die bündelweise stehen, die anderen mit unregelmässigen runden Bündeln von Stacheln zwischen ersteren. Ohne Pedicellarien.

Literatur: **Bell** (Proceed. Zool. Soc. London, 1894); **Gray** (175, 178); **Sladen** (503).

4 Arten: *bellula* Sladen; *briarea* Bell; *crassa* Gray; *ocellifera* Gray.

Leben im südatlantischen, südpacifischen und indischen Ocean litoral.

2. *Nepanthia* Gray 1840.

Nepanthia pars Gray, *Asterina* Subgen. *Nepanthia* Perrier.

Körper abgeplattet, Scheibe klein, Arme (fünf bis sieben) verlängert, cylindrisch. Dorsalfläche mit dachziegelförmigen Platten, die in Längsreihen stehen. Adambulacralbewaffnung: kurze cylindrische Furchenstacheln, bogenförmig gestellt, und eine Anzahl in gleicher Anordnung gestellte verticale Stacheln. Ventrale Platten in Längsreihen gestellt, mit kleinen cylindrischen, sehr dicken Stacheln besetzt (Granula-ähnlich). Je ein Kiemenbläschen auf jeder Platte.

Literatur: **Dujardin et Hupé** (117); **Döderlein** (Semon, Forschungsreis. i. Australien, 1896); **Gray** (174, 178); **Möbius** (363); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399); **Sladen** (503).

4 Arten: *belcheri* Perrier; *brevis* Perrier; *maculata* Gray; *suffarcinata* Sladen.

Leben im indischen Ocean (*suffarcinata*), im malayischen Archipel und im südpacifischen Ocean (*belcheri*) litoral.

3. *Asterina* Nardo 1834.

Asteriscus (*pars*) Müller u. Troschel.

Körper flach, abgeplattet, kurzarmig-sternförmig bis pentagonal, oben gewölbt, unten flach, mit in der Regel zugeschärftem, fein bestacheltem Rande, der nur von den horizontal gestellten, zahlreichen kleinen unteren Randplatten gebildet wird. Dorsalplatten mehr weniger dachziegelförmig über einander greifend mit Stacheln an dem freien Rande, oder mit

Granula bedeckt, sämmtlich fast gleichartig, bilden auf dem Arme einen medianen Längsstreifen. Ventralplatten mit wenigen neben einander stehenden Stacheln besetzt. Pedicellarien zangenförmig. Kiemenbläschen einfach auf fünf breite, radiale Felder und den Scheitel beschränkt.

Literatur: **A. Agassiz** (5); **L. Agassiz** (10); **J. Barrois** (23); **Th. Barrois** (24); **Blainville** (66); **Braun** (71); **Bell** (Zool. Res. by Willey, 1899); **Carus** (82); **Colombo** (Riv. march., 1887); **Delle Chiaje** (83, 84); **Döderlein** (Semon, Forschungsreisen in Australien, 1896); **Dujardin u. Hupé** (117); **Fleming** (140); **Forbes** (144, 145); **Gasco** (154); **Gray** (174, 178); **Greef** (188); **Grube** (193, 196, 200); **Haddon** (Proc. Irish Acad. 1886); **Heller** (222, 223); **Herdman** (226 ff.); **Hupé** (117); **Koehler** (285, Mém. Soc. Zool. France, 1895); **Leipoldt** (Z. wiss. Zool., Bd. 59); **Lorenz** (291); **Ludwig** (Seesterne d. Mittelmeers, Fauna Neapel); **Lütken** (314); **Mac Coy** (Nat. Hist. of Victoria, Vol. 2); **Marchisio** (Boll. Mus. Anat. Comp. Torino, 1896); **v. Martens** (338); **Meissner** (Arch. f. Naturgesch., Bd 62); **Müller u. Troschel** (Monatsber. Preuss. Akad. 1840, S. 104, 375); **Nardo** (381); **Normann** (387); **Pennant** (397); **Perrier** (398, 399); **Retzius** (448); **Sars** (469), **Sladen** (503); **Sluiter** (Bijdr. Dierk, Leiden 1895); **Stossich** (519); **Verrill** (549).

32 Arten: *calcar* (Lamarck) Gray, *calcarata* (Val.) Perrier, *calcarata* var. *selkirki* Meissner (Arch. Naturgesch., Bd. 62), *cepheus* (Müller u. Troschel) v. Martens, *chilensis* Lütken, *coccinea* (Müller u. Troschel) Perrier, *coronata* v. Martens, *exigua* (Lamarck) Perrier, *fimbriata* Perrier, *folium* (Lütken) Agassiz, *gayi* Perrier, *gibbosa* (Pennant) Forbes, *granifera* (Gray) Perrier, *granulosa* Perrier, *gunnii* Gray, *lymani* Perrier, *marginata* (Val.) Perrier, *miniata* (Brandt) Perrier, *minuta* Gray, *modesta* (Verrill) Perrier, *novaezealandiae* Perrier, *obtusa* (Gray) Perrier, *pectinifera* (Müller und Troschel) v. Martens, *penicillaris* (Lamarck) v. Martens, *pilosa* Perrier, *pusilla* Perrier, *pygmaea* Verrill, *regularis* Verrill, *setacea* (Val.) Perrier, *squamata* (Val.) Perrier, *stellaris* Perrier, *trochiscus* (Retzius) Perrier, *wega* (Val.) Perrier.

Die Arten dieser Gattung gehören ausschliesslich der Litoralzone an. Sie bevölkern sämmtliche Meere. Im Mittelmeer lebt gibbosa, die durch Ludwig in seiner Monographie der Seesterne des Mittelmeers (Monogr. 24 Fauna u. Flora d. Golfes von Neapel, 1897) eine ausführliche Beschreibung erfahren hat.

4. *Disasterina* Perrier 1876.

Körper wie bei *Asterina.* Rückseite von einer nackten Haut bedeckt. Rückenplatten klein, unregelmässig, lassen auf der Mitte der Arme und der Scheibe Zwischenräume, nur am Rand sind sie in Längsreihen angeordnet und greifen schuppenförmig übereinander. Ventralplatten zahlreich, regelmässige Reihen bildend, mit je einem Stachel. Die papillenförmigen Randplatten mit zwei bis fünf Stacheln besetzt, die durch eine Membran verbunden sind. Adambulacralplatte mit einem Fächer von neun bis fünf schlanken Furchenpapillen, die ebenfalls durch eine dünne Membran verbunden sind, nach aussen ein bis zwei Stacheln.

Literatur: **Döderlein** (114); **Perrier** (399).

2 Arten: *abnormalis* Perrier, *ceylanica* Döderlein.

Die erstere aus der Südsee (Neu-Caledonien) litoral, die zweite aus dem indischen Ocean (Ceylon) litoral.

3. Subfamilie: *Palmipedinae* Sladen 1888.

Kiemenbläschen beschränkt auf die Radien. Rückenskelett in den Medianlinien sternförmig. Rückenplatten dünn, mit inneren Fortsätzen.

1. *Palmipes* Linck 1733.

Körper fünflappig umrandet, oben und unten abgeplattet, sehr dünn. Der Rand wird von den unteren Randplatten gebildet, die horizontal gestellt und fein bestachelt sind. Rückenplatten auf den Armen einen medianen Längsstreifen bildend, mit bürstenförmigen Gruppen von Stacheln. Ventralplatten mit kämmchenförmigen Gruppen kleiner Stacheln. Pedicellarien fehlen. Füsschen mit deutlicher Saugscheibe. Kiemenbläschen in einer Reihe jederseits von der medianen Radiallinie.

Literatur: **L. Agassiz** (10); **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist, 1893); **Aldrovandi** (15); **Beltremieux** (Ann. Acad. Rochette, 1864); **Blainville** (65); **Carus** (82); **Costa** (Esercitaz. accad. d. aspir. nat., 1840); **Delle Chiaje** (83, 84); **Dujardin u. Hupé** (117); **Duvernoy** (123); **Fischer** (138); **Fleming** (140); **Forbes** (144, 145); **Gray** (174, 178); **Grube** (197); **Gmelin** (165); **Gaudry** (156); **Heller** (222, 223); **Herdman** (226, Proc. Liverpool Biol. Soc., 1895); **Henderson** (Proc. Physic. Soc. Edinburgh, 1888); **Konrad** (261); **Koehler** (258, Rev. Biol. Nord France, 1894—95; Ann. Univ. Lyon, 1896); **Lamarck** (275); **Lorenz** (291); **Loriol** (Mém. Soc. Genève, Bd. 32); **Linck** (284); **Müller u. Troschel** (375); **Marion** (Ann. Mus. Marseille, 1883); **v. Marenzeller** (Denkschr. Akad. Wien, 1893, 1895 ff); **Nardo** (381); **Norman** (387); **Olivi** (392); **Pennant** (397); **Perrier** (399, 402); **Retzius** (447, 448); **Risso** (450); **Sars** (469); **Sladen** (503); **Stossich** (519).

5 Arten: *diaphanus* Sladen, *membranaceus* Linck, *pellucidus* Alcock, *rosaceus* (Lamarck) Dujardin u. Hupé, *sarasini* Loriol.

Erstere Art im südpacifischen, *membranaceus* im nordatlantischen, *pellucidus*, *rosaceus* im indischen und nordpacifischen Ocean litoral, *membranaceus* kommt im Mittelmeer vor, und eine Bastardform dieser Art mit *Asterina gibbosa* = *P. lobianci*, die von Ludwig benannt und beschrieben ist in dessen Monographie, Seesterne des Mittelmeeres, Fauna Neapel, 1897.

2. *Stegnaster* Sladen 1889.

Körper wie bei der vorigen Gattung. Unterschiede von dieser: Rückenseite von einer Haut bedeckt, mit Granula bedeckt, ohne Gruppen von Stacheln. Kiemenbläschen in Reihen jederseits von der medianen Interradiallinie. Adambulacralbewaffnung: vier Stacheln.

Literatur: **Hutton** (238); **Perrier** (399); **Sladen** (503).

2 Arten: *inflatus* (Hutton) Sladen, *wesseli* (Perrier) Sladen.

Erstere im südpacifischen, letztere im nordatlantischen Ocean litoral.

3. *Tremaster* Verrill 1879 (554, 558), 1 Art *mirabilis*; Stellung unsicher.

Nachträge.

1. *Archasteridae.*

Verrill (Description of new Species of Starfishes and Ophiurans, with a Revision of certain Species formerly described; mostly from the Collections made by the United States Commission of Fish and Fisheries, in: Proceed. of the United St. Nat. Mus., Vol. 17, 1894, S. 245—297) errichtet in dieser Familie eine Subfamilie: *Benthopectininae* (ohne Paxillen, eine unpaare obere und untere Randplatte), zu denen er die Art *Benthopecten spinosus* Verr. (557) stellt; diese Art soll identisch sein mit *Parachaster semisquamatus* var. *occidentalis* Sladen und *Pararchaster armatus* Sladen.

Eine zweite Subfamilie stellt er als *Pontasterinae* auf, mit der Gattung *Pontaster* (*hepidus* Sladen, *forcipatus* Sladen, *sepitus* Verrill gleich *Archaster sepitus* Verrill in: Americ. Journ. Science 39, 1885).

Pseudarchaster concinnus n. sp. Verrill, ebenda.

Pseudarchaster tesselatus Sladen var. *arcticus* Sluiter (Bydragen tot de Dierkunde, Aufl. 17, 1895, S. 49—64).

Neue Arten wurden beschrieben:

Von Perrier: *Plutonaster granulosus* Perrier 1891 (420); *Dytaster intermedius* Perrier 1891 (420); beide Arten werden von Perrier in dem 1894 erschienenen Expédit. sciéntif. du Travailleur et du Talisman nicht mit aufgeführt, wohl aber 1896 in: Contribution à l'étude des Stellerides de l'Atlantique Nord, Fasc. 11 von Résultats des Campagnes scientif. accompl. sur son yacht par Albert I. Monaco 1896.

Von Bell: *Archaster tenuis* n. sp. (On the Echinoderms collected during the Voyage of H. M. S. „Penguin" and by H. M. S. „Egeria", when surveying Macclesfield Bank in: Proceed. Zool. Soc. London, 1894, S. 392—414.

Von Alcock: (Natural History Notes from Indian Marine Steamer „Investigator", Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. 6, Vol. 8 u. 11, 1891, 1893): *Parachaster Huddlestonii, violaceus; Pontaster cribellum, hispidus* Alcock und Wood-Mason, *pilosus; Dytaster anacanthus* Alcock und Wood-Mason; *Persephonaster* Alcock und Wood-Mason, *croceus* Alcock und Wood-Mason, *rhodopeplus* Alcock u. Wood-Mason, *coelochiles* Alcock; *Pseudarchaster mosaicus* Alcock und Wood-Mason.

2. *Porcellanasteridae.* Alcock u. Wood-Mason (Ann. and Mag. Nat. Hist., Dec. 1891) beschreiben als neue Arten: *Styracaster clavipes, Hyphalaster tara.*

3. *Astropectinidae.*

1) von Leipoldt: *Luidia magellanica* Leipoldt (*Asteroidea* der Vettor-Pissani-Expedition (1882—1885; Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 59, 1895, S. 545—654). Diese Art ist aber von Meissner zu *L. bellonae* Lütken (Arch. f. Naturgesch. 1896), gezogen.

2) von Sluiter (Die Asteriden-Sammlung des Museums zu Amsterdam, in: Bijdragen tot de Dierkunde, Aufl. 17, 1895, S. 49—64): *Astropeten ternatensis* Sluiter, *ornans* Sluiter, *Astropecten macer* Sluiter ist identisch mit *Craspidaster hesperus* Müller u. Troschel, Astropecten *squamosus, pusillus,* sämmtlich von Batavia (Sluiter, Tijdschr. Nederland. Ind., Bd. 48, 1889, S. 285—313).

3) v. Marenzeller: *Luidia paucispina.* (Denkschr. d. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl., Bd. 60, 1894.)

4) von Alcock (Ann. and Mag. Nat. Hist., Ser. 6, Vol. 11, 1893): *Dipsacaster* n. g., *D. Sladeni.*

5) von Loriol (Mém. Soc. Phys. Genève, 1891): *Luidia panangensis.*

6) von Meissner (Arch. f. Naturgesch. 58): *Astropecten latispinosus.*

7) von Bell (Sci. P. R. Dublin Soc. N. S., Vol. 7): *Astropecten sphenoplax.*

8) von Sacco (Atti Acad. Torino, Vol. 28): *Astropecten taurolaevis.*

4. *Pentagonasteridae.*

Isaster n. gen. Verrill (Proceed. of the United Stat. Nat. Mus., Vol. 17, 1894, S. 249—297), mit *Isaster bairdii* Verr.

Neue Arten: *Astrogonium greeni* Bell, Irland (Rep. of a deep sea trawling cruises of the S. W. coast of Ireland. *Echinodermata,* Ann. Mag. Nat. Hist. 3, 1889, S. 432—445); *Milteliphaster* n. g., M. Wood-Masoni, *Dorigona pentaphylla, florifer, nora, Paragonaster tenuiradiis, Mediaster roseus.*

2. Ordnung: ***Cryptozonia*** Sladen 1886.

Marginalplatten beim erwachsenen Thier undeutlich, mehr oder weniger rudimentär. Die oberen Marginalplatten sind von den unteren häufig durch sich einschiebende Zwischenplatten getrennt. Kiemenbläschen (papulae) nicht beschränkt auf die Abactinal-(dorsal)-Fläche, kommen häufig zwischen den Marginalplatten und auf der Ventralfläche vor. Ambulacralplatten schmal, dicht aufeinander folgend. Im Peristom sind die Ambulacral- oder Adambulacralplatten prominent. Pedicellarien, wenn vorhanden, sitzend oder gestielt. Oft vier Reihen von Ambulacralfüsschen.

I. Familie: ***Linkiidae*** Perrier 1875 emend.

Scheibe klein, Arme dünn, lang und cylindrisch. Interbrachialwinkel scharf. Randplatten verhältnissmässig gut entwickelt. Rückenskelett würfelig. Hautskelett gekörnelt. Superambulacralplatten vorhanden (ausgenommen bei Fromia und Ferdina). Pedicellarien (selten vorhanden) klappenförmig.

1. Subfamilie: *Chaetasterinae* Sladen 1888.

Skelettplatten paxillenförmig. Dorsalskelett mit inneren supplementären Platten.

1. *Chaetaster* Müller u. Troschel 1840.
   = *Nepanthia* (*pars*) Gray 1840.

Arme verlängert, schmal, fast drehrund. Ueberall mit Platten besetzt, die auf dem Gipfel dichtgestellte Borsten tragen (Paxillen). Zwischen

den Platten einzelne Poren für die Kiemenbläschen, die auf die Armrücken beschränkt sind. Adambulacralpapillen in einer Reihe. Ohne Pedicellarien.

Literatur: **Bell** (Proceed. Zool. Soc. London, 1894); **Dujardin u. Hupé** (117), **Gaudry** (156); **Gray** (174, 178); **Grube** (193); **Lamarck** (275); **Lütken** (314); **Ludwig** (302, Seesterne Fauna Neapel, 1897); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Perrier** (399, 402, Travailleur 1894, Res. scientif. Albert I, Fasc. 11); **Retzius** (448); **Sars** (469); **Sladen** (503); **Studer** (526); **Viguier** (559).

4 Arten: *longipes* (Retzius) Sars, *moorei* Bell, *nodosus* Perrier, *hermanni* Müller u. Troschel.

Im nordatlantischen Ocean heimisch, litoral; *longipes* auch *continental*. Eine ausführliche Beschreibung der im Mittelmeer lebenden *longipes* gab Ludwig (Seesterne des Mittelmeers, in Fauna u. Flora von Neapel, 1897). In der Saugscheibe der Ambulacralfüsschen fehlen die Kalkkörperchen.

2. Subfamilie: *Linckiinae* Sladen 1888.

Dorsalskelett ohne innere supplementäre Platten. Ohne Paxillen. Dorsal- und Randplatten granulirt ohne Stacheln.

1. *Fromia* Gray 1840.

= *Linckia* (*pars*) Müller u. Troschel, *Scylaster* (*pars*) Müller u. Troschel.

Fünf bis acht trianguläre, dünne Arme. Randplatten grösser als die übrigen. Superambulacralplatten fehlen. Adambulacralbewaffnung: zwei oder mehr Reihen von Stacheln. Kiemenbläschen auf Bauchfläche und Rückenfläche.

Literatur: **Bell** (34, in Zool. Res. by Willey, Cambridge 1896); **Döderlein** (114); **Dujardin u. Hupé** (117); **Gray** (174, 178); **Köhler** (Mém. Soc. Zool. de France, 1895); **Lamarck** (275); **de Loriol** (294); **v. Martens** (338, 341); **Michelin** (353); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Perrier** (398, 399, Travailleur 1894); **Sladen** (503); **Studer** (526).

7 Arten: *balansae* Perrier; *indica* Perrier; *japonica* Perrier, *maior* Koehler; *milleporella* (Lamarck) Gray; *monilis* Perrier; *tumida* Bell.

Leben litoral, fehlen im atlantischen Ocean und in der Südsee.

2. *Ferdina* Gray 1840.

Körper flach. Arme breit, convex. Dorsalplatten breit, mehr oder weniger convex. Randplatten nicht grösser als die übrigen. Superambulacralplatten fehlen. Adambulacralbewaffnung: eine Reihe Stacheln. Kiemenbläschen fehlen auf der Bauchfläche.

Literatur: **Gray** (174, 178); **Grube** (194); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Perrier** (399); **Studer** (526).

4 Arten: *cancellata* Grube; *cumingii* Gray; *flavescens* Gray; *kühlii* (Müller u. Troschel) Gray.

Leben litoral im indischen Ocean, malayischen Archipel und pacifischen Ocean.

3. *Ophidiaster* L. Agassiz 1835.
= *Dactylosaster* Gray, *Tamaria* Gray, *Linckia* (*pars*) v. Martens.

Scheibe klein, Arme lang, cylindrisch, Haut granulirt. Dorsalplatten und Randplatten in sieben Längsreihen, dazwischen die Reihen der Porenfelder durch Connectivplatten verbunden, Adambulacralbewaffnung: zwei Reihen Stacheln, die äusseren grösser und weniger zahlreich. Superambulacralplatten vorhanden. Ventrolateralplatten in zwei Längsreihen, zwischen ihnen eine Reihe von Porenfeldern, die ebenso zahlreich sind wie in den übrigen Längsreihen. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **L. Agassiz** (10); **Barrois** (25); **Blainville** (66); **Carus** (82); **Döderlein** (Semon, Forschungsreise in Australien, 1896); **Dujardin u. Hupé** (117); **Gasco** (155); **Gray** (174, 178); **Greeff** (183); **Grube** (193); **Koehler** (Mém. Soc. Zool. France, 1895); **Lamarck** (275); **de Loriol** (298); **Ludwig** (302, Seesterne Neapel, 1897); **Lütken** (314, 317); **Marchisio** (332); **v. Martens** (338); **Michelin** (355); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Normann** (Mus. Norman, 1886); **d'Orbigny** (20); **Perrier** (399, 402, Travailleur 1894); **Peters** (423); **Sars** (469); **Sladen** (503); **Sluiter** (Bijdr. Dierk., Leiden 1895); **Studer Verrill** (549); **Whitelegge** (Mus. Sydney, Mem. 3, 1897).

22 Arten: *agassizii* Perrier, *arenatus* (Lamarck) Perrier, *bicolor* (Lamarck) Perrier, *chinensis* Perrier, *cribrarius* Lütken, *cylindricus* (Lamarck) Müller u. Troschel, *duncani* de Loriol, *floridae* Perrier, *fuscus* (Gray) Perrier, *germani* Perrier, *gracilis* (Gray) Perrier, *granifer* Lütken, *guildingii* Gray, *helicostichus* Sladen, *hemprichi* Müller u. Troschel, *ophidianus* (Lamarck) Agassiz, *perrieri* de Loriol, *purpureus* Perrier, *pusillus* Müller u. Troschel, *pustulatus* (v. Martens) Perrier, *robillardi* de Loriol, *tuberifer* Sladen.

Fehlen im südatlantischen Ocean und in der Südsee; leben litoral. Im Mittelmeer *ophidianus*, durch Ludwig in Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Seesterne, 1897, genau beschrieben.

4. *Bunaster* Döderlein 1896.

Scheibe gewölbt, Arme verlängert, rund. Rückenplatten unregelmässig, von verschiedener Grösse. Alle Platten buckelförmig, durch Granula von einander getrennt. Obere und untere Randplatten im Armwinkel durch eine Reihe von Connectivplatten getrennt. Zwei Reihen Superambulacralplatten. Adambulacralbewaffnung: zwei Reihen Paxillen, die äusseren grösser, wie bei *Ophidiaster*. Kiemenbläschen einzeln auf Rücken- und Bauchseite.

Literatur: **Döderlein** (Semon, Forschungsreisen in Australien, Bd. 5, 1896).

1 Art: *ritteri* Döderlein, *Amboina*.

5. *Hacelia* Gray 1840, Ludwig 1897.

Unterschiede von *Ophidiaster*: Arme von der Basis an zugespitzt. Ventrolateralplatten in drei Reihen, zwischen ihnen zwei Längsreihen von Porenfeldern, die in der ersten Reihe doppelt so zahlreich sind wie in allen übrigen Längsreihen. Pedicellarien, wenn vorhanden, vereinzelt, salzfassförmig.

Literatur: **Carus** (82); **Dujardin** u. **Hupé** (117); **Gasco** (155); **Gray** (174, 178); **Grube** (193); **Lamarck** (275); **Ludwig** (Seest. Neapel, 1897); **Lütken** (314, 317); **v. Marenzeller** (Denkschr. Akad. Wien, Bd. 60, 62); **Müller** u. **Troschel** (369, 375); **Perrier** (399, 402); **Sladen** (503).

1 Art: *attenuata* (Gray) = (*Oph. lessonae* Gasco).

Lebt im nordatlantischen Ocean, Mittelmeer, von Ludwig in „Seesterne des Mittelmeers, 1897“, beschrieben und abgebildet.

6. *Pharia* Gray 1840.

Arme lang, mit sieben Reihen von Tuberkeln. Superambulacralplatten vorhanden. Unterscheidet sich durch die Porenfelder, die an den Seiten sich vereinigen.

Literatur: **Gray** (174, 178); **Lütken** (314); **Müller** u. **Troschel** (369, 375).

1 Art: *pyramidata* Gray.

Im nordpacifischen Ocean litoral.

7. *Leiaster* Peters 1852.

= *Lepidaster* Verrill, *Ophidiaster* (*pars*) Perrier.

Arme und Scheibe von einer platten nackten dicken Haut bedeckt, sodass weder Plättchen noch Granulation zu unterscheiden sind. Arme platt, am Ende zugespitzt. Porenfelder in acht regelmässigen Reihen auf den Armen. Superambulacralplatten vorhanden.

Literatur: **Gray** (174, 178); **de Loriol** (294); **v. Martens** (338); **Perrier** (399, Travailleur 1894); **Peters** (423); **Sladen** (503); **Verrill** (549).

5 Arten: *coriaceus* Peters, *glaber* Peters, *leachii* (Gray), *speciosus* v. Martens, *teres* Verrill.

Leben im indischen und pacifischen Ocean und im malayischen Archipel litoral.

8. *Linckia* Nardo 1834.

= *Ophidiaster* (*pars*) Müller u. Troschel, *Acalia* Gray, *Linckia* Gray.

Arme mehr oder weniger cylindrisch, unten abgeflacht. Dorsalplatten nicht in regelmässigen Längsreihen, klein. Adambulacralbewaffnung zwei bis drei Reihen von Granula (Paxillen). Mit Superambulacralplatten. Porenfelder unregelmässig vertheilt zwischen den Dorsalplatten.

Literatur: **A. Agassiz** (3); **Bell** (40); **Dujardin** u. **Hupé** (117); **Döderlein** (114, Semon, Forschungsreisen in Australien, Bd. 5); **Gray** (174, 178); **Grube** (198); **Lamarck** (275); **Leipoldt** (Z. f. wiss. Zool., 1895); **Linck** (284); **Linné** (286); **de Lorriol** (294); **Lütken** (313, 314, 317); **v. Martens** (338, 341); **Michelin** (353); **Müller** u. **Troschel** (369, 375); **Nardo** (381); **Perrier** (398, 399); **Peters** (423); **Retzius** (448); **Russo** (Boll. Soc. Napoli, 7); **Sladen** (503); **Studer** (526); **Verrill** (548, 549).

17 Arten: *bouvieri* Perrier, *columbiae* Gray, *costae* Russo, *ehrenbergii* (Müller u. Troschel) Perrier, *erythraea* Gray, *francisca* Nardo, *guildingii* Gray, *intermedia* Gray, *marmorata* (Michelin) v. Martens, *megaloplax* Bell, *militaris* (Linck) v. Martens, *multifera* (Lamarck) v. Martens, *nodosa* Perrier, *pacifica* Gray, *pacifica var. diplax* (Müller u. Troschel), *pulchella* Gray, *rosenbergi* v. Martens.

Diese sämmtlich litoralen Arten bewohnen die tropischen Meere, mit Ausnahme der Südsee.

9. *Phataria* Gray 1866.

Arme dreikantig. Kiemenbläschen in ein oder zwei Längsreihen jederseits des Armes.

Literatur: **Gray** (174, 178).

Art: *unifascialis* Gray, var. *bifascialis* (Gray) Verrill; pacifischer Ocean, litoral.

10. *Nardoa* Gray emend. 1840.

= *Linckia* (*pars*) Müller u. Troschel, *Gomophia* Gray, *Scytaster* (*pars*) Müller u. Troschel, *Ophidiaster* (*pars*) Müller u. Troschel *Scytaster* (*pars*) Lütken.

Arme rund, mit granulirten convexen Platten besetzt. Dorsalplatten nicht regelmässige Längsreihen bildend, Dorsolateralplatten verhältnissmässig gross. Adambulacralbewaffnung: drei Reihen Stacheln. Mit Superambulacralplatten. Kiemenbläschen auf der Bauchfläche in Feldern. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **L. Agassiz** (10); **Gray** (174, 178); **Linck** (284); **Loriol** (Mem. Soc. Phys. Genève 1891); **Lütken** (314, 317); **v. Martens** (338); **Müller u. Troschel** (375); **Nardo** (381); **Perrier** (399).

13 Arten: *aegyptica* Gray, *finschii* Loriol, *galatheae* Lütken, *gomophia* Perrier, *mollis* Loriol, *novae-caledoniae* Perrier, *obtusa* Perrier, *pauciforis* v. Martens, *semiregularis* Müller u. Troschel, *semiregularis var. japonica* v. Martens, *semiseriata* v. Martens, *tuberculata* Gray, *variolata* (Linck) Gray.

Im pacifischen und indischen Ocean, im malayischen Archipel, ausschliesslich litoral.

11. *Narcissia* Gray 1840.

= *Scytaster* (*pars*) Dujardin u. Hupé.

Körper pyramidenförmig, Arme auf dem Querschnitt dreieckig. Dorsalplatten nicht in regelmässigen Längsreihen. Kiemenbläschen fehlen auf der Bauchfläche, stehen einzeln, isolirt. Superambulacralplatten vorhanden. Adambululacralbewaffnung: drei Reihen von Stacheln oder Paxillen.

Literatur: **Dujardin u. Hupé** (117); **Gray** (174, 178); **d'Orbigny** (20); **Perrier** (Travailleur 1894): **Sladen** (503).

2 Arten: *canariensis* d'Orbigny, *trigonaria* Sladen.

Beide im atlantischen Ocean litoral.

3. Subfamilie: *Metrodirinae* Sladen 1888.

Rücken- und Randplatten mit einer Membran bedeckt, mit isolirten Stacheln, die durch die Haut bedeckt sind. Ohne Connectivplatten.

1. *Metrodira* Gray 1840.

= *Scytaster* (*pars*) Müller u. Troschel.

Körper abgeplattet, Arme sehr schmal, lang, spitz. Adambulacralplatten sind schmale Lamellen, mit zwei Stacheln am Ende. Rückenplatten fast dachziegelförmig geordnet.

Literatur: **Dujardin** u. **Hupé** (117); **Gray** (174, 178); **Müller** u. **Troschel** (375); **Perrier** (399); **Sladen** (503); **Studer** (526).

2 Arten: *subtilis* Lütken, *subulata* Gray.

Erstere Art im pacifischen, letztere ebenda und im malayischen Archipel litoral.

II. Familie ***Zoroasteridae*** Sladen 1888.

Scheibe klein. Fünf Arme, verlängert, cylindrisch, zugespitzt. Rückenskelett in regelmässigen Längs- und Querreihen. Adambulacralplatten ungleich, alternirend-gekielt. Ambulcralfurchen konisch mit kleiner Saugscheibe, vierreihig, an der Spitze der Arme zweireihig. Kiemenbläschen isolirt, in regelmässigen Längsreihen stehend. Gestielte, gerade Pedicellarien. Ambulacrales Peristom.

1. *Zoroaster* Wyv. Thomson 1873.

Scheibe klein, Arme lang, mit einem medianen Kiel. Interbrachialbogen scharf. Rücken, Rand und Ventrolateralplatten in regelmässigen Längs- und Querreihen längs der Arme. Oberfläche mit Granula bedeckt, auf denen papillenähnliche Stacheln stehen. Die Platten der Medianreihen, obere und untere Randplatten und Ventrolateralplatten mit Längsreihen von kräftigen Stacheln. Adambulacralplatten klein, alternirend-gekielt. Adambulacralbewaffnung: Mehrere lange Stachel in einer Reihe und zwei oder drei kurze auf den prominenten Platten, zwei oder drei kleine Stacheln auf den alternirenden Platten. Pedicellarien auf der Dorsalfläche, am Ende des innersten Stachels der Adambulacralplatten und an den Kiemenbläschen.

Literatur: **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1893); **Koehler** (Ann. de l'Univ. Lyon, fasc. 1, 1896; „Caudan"; Rev. Biol. du Nord France, T. 1, 1894—95); **Perrier** (405, 410, Travailleur 1894); **Sladen** (499, 503); **W. Thomson** (539).

15 Arten: *ackleyi* Perrier, *alfredi* Alcock, *angulatus* Alcock, *barathri* Alcock, *carinatus* Alcock, *diomedeae* Verrill, *fulgens* Thomson, *gilesii* Alcock, *longicauda* Perrier, *planus* Alcock, *sigsbeei* Perrier, *squameus* Alcock, *tenuis* Sladen, *trispinosus* Koehler, *zea* Alcock.

Nordatlantischer, südatlantischer (*fulgens*) und südpacifischer Ocean (*tenuis*) abyssal, continental und litoral; *diomedeae* in allen drei Regionen. Für *Z. sigsbeei* errichtet Perrier neuerdings eine besondere Gattung; *Mammaster* (Expéd. scientif. du Travailleur 1894).

2. *Cnemidaster* Sladen 1889.

Scheibe klein, Arme lang, cylindrisch. Rückenplatten in einer Längsreihe, bedeckt mit einer Haut, ohne Granula oder Stacheln. Rückenfläche der Scheibe mit den breiten, convexen Apicalplatten besetzt, die grösser sind als die übrigen. Obere Randplatten breiter als die unteren;

beide Reihen bedeckt mit Haut, ohne Granula oder Stacheln. Ventrolateralplatten in zwei Reihen mit kleinen Stacheln in Längsreihen, längs der Arme. Adambulacralplatten breiter als lang, mit einem in die Furche hervorstehenden Rande und einem queren medianen Kiel. Bewaffnung: Eine quere Reihe von kurzen Stacheln, auf dem Kiel stehend. Terminalplatte breit, verlängert, an der Spitze mit zwei Paar konischen und einigen kleineren Stacheln. Pedicellarien fehlen. Ambulacralfüsschen zweireihig.

Literatur: Sladen (503).

1 Art: *wyvilli* Sladen.

Aus dem nordpacifischen Ocean abyssal.

3. *Pholidaster* Sladen 1885.

Scheibe klein, Arme lang, subcylindrisch, biegsam. Rückenplatten in regelmässigen Längsreihen stehend, (die mittelste die breiteste) mit breiten von Haut überzogenen Schuppen mit Ausnahme einiger Apicalplatten der Scheibe und der medianen Reihe der Arme. Zwischen den Rändern der Platten kleine isolirte Kiemenbläschen. Obere Randplatten mit eben solchen Schuppen; untere schmäler als die oberen, mit einem langen seitlichen Stachel und einigen mit Haut bedeckten kleinen Stacheln. Ventrolateralplatten in zwei oder drei Reihen, jede mit einem Stachel, die Längsreihen bilden, und etlichen mit Haut bedeckten Papillen. Adambulacralplatten breiter als lang, jede zweite Platte mit einem vorstehenden First. Bewaffnung: Ein paar Furchenstacheln und eine Gruppe von Papillen parallel zur Furche. Die dazwischen liegende Adambulacralplatten tragen nur die letzteren. Pedicellarien fehlen.

Literatur: Sladen (Narr. Chall. Exp. 1885, 503).

2 Arten: *distinctus* Sladen, *sqamatus* Sladen.

Aus dem malayischen Archipel litoral.

4. *Prognaster* Perrier 1894.

Scheibe klein, Arme sehr lang, biegsam. Zwischen *Zoroaster* und *Pholidaster* stehend.

Literatur: Perrier (Exp. sciéntif. du Travailleur 1894).

1 Art: *longicauda* Perrier.

Cap Verdischen Inseln, abyssal.

III. Familie: ***Stichasteridae*** Perrier 1884.

Rückenskelett in mehr weniger regulären Längsreihen. Obere Randplatten, Dorso-laterale und Kielplatten granulirt. Untere Randplatten oft bestachelt. Adambulacralplatten kurz, sehr zusammengedrückt, mit zwei bis vier Furchenstacheln. Ventrolateralplatten 0—4, Dorsolateralplatten in Längsreihen. Ambulacralfüsschen in vier Reihen, meist cylindrisch mit breiter Saugscheibe. Kiemenbläschen isolirt oder in kleinen Gruppen auf der Rückenfläche der Arme und Scheibe. Gekreuzte Pedicellarien. Ambulacrales Peristom.

1. *Stichaster* Müller u. Troschel 1840.
 = *Tonia* Gray, *Coelasterias* Verrill, *Stephanasterias* Verrill, *Granaster*, *Nanaster* Perrier.

Körper auf der Bauchseite nahe den Furchen dicht gestachelt. Rückenskelett gebildet von breiten und in Längsreihen gestellten Platten.

Literatur: **Danielssen u. Koren** (107); **Dujardin u. Hupé** (117); **Duncan u. Sladen** (118); **Farquhar** (Tr. N. Zealand Inst., 27); **Forbes** (145); **Gray** (174); **Koehler** (Rev. Biol. Nord France, T. 7; Ann. Univ. Lyon, „Caudan", 1896); **Leipoldt** (Z. f. wiss. Zool., Bd. 59, 1895); **Meyen** (Reise um die Erde, 1834, Thl. 1); **O. F. Müller** (378); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Normann** (387); **Perrier** (399, Rés. Camp. scientif. Yacht Albert I, 1896); **Sars** (470); **Sladen** (503); **Stimpson** (515); **Studer** (527); **Thompson** (Ann. Hist. Nat., 1840); **Verrill** (548, 549, Bull. Essex Inst., Vol. 3, 1872; Proceed. U. St. Nat. Mus. Vol. 17, 1894).

11 Arten: *albulus* (Stimpson) Verrill, *arcticus* Danielssen u. Koren, *aurantiacus* (Meyen) Verrill, *australis* (Verrill) Perrier, *felipes* Sladen, *insignis*, *littoralis* Farguhar, *nutrix* Studer, *polygrammus* Sladen, *polyplax* Müller u. Troschel, *roseus* (O. F. Müller) Sars.

Sämmtliche Arten leben litoral im südatlantischen und südpacifischen Oceane.

2. *Neomorphaster* Sladen 1889.
 = *Glyptaster* Sladen.

Scheibe klein. Arme breit an der Basis, verhältnissmässig lang, zugespitzt. Rückenfläche der Scheibe mit entwickelten primären Scheitelplatten. Arme bedeckt mit breiten, etwas convexen, dachziegelartigen Platten, in regelmässigen Längsreihen; mit Granula. Adambulacralplatten klein. Bewaffnung: zwei Stacheln hintereinander gestellt. Ventrolateralplatten in zwei bis drei Reihen, mit Stacheln an der Armbasis. Randplatten mit mehr Granula als Stacheln. Eine Reihe Dorsolateralplatten und erste Reihe der Dorsalplatten stehen in regelmässigen transversalen wie Längsreihen. Ambulacralfurchen in vier Reihen, an der Armspitze in zwei Reihen. Pedicellarien gerade und gekreuzt. Kiemenbläschen auf der Scheibe und den Armen in Gruppen von einem bis drei.

2 Arten: *forcipatus* Verrill, *talismani* Perrier = *eustichus* Sladen. Im nordatlantischen Ocean abyssal.

Literatur: **Koehler** (Ann. Univ. de Lyon, „Caudan", 1896); **Perrier** (412, Talisman); **Sladen** (Narr. Chall. Exped. 1885, 503); **Verrill** (Proceed. Unit. Stat. Nat. Mus., Vol. 17, 1894).

3. *Tarsaster* Sladen 1889.

Scheibe klein, Arme verlängert, mit in Längsreihen gestellten Platten. Rückenfläche mit breiten Kelchplatten; sämmtliche Rückenplatten mit kurzen Stacheln. Platten mit einer Haut bedeckt, die kleine gekreuzte Pedicellarien tragen. Obere Randplatten breit, untere klein, mit einem kleinen zusammengedrückten Stachel, die eine Längsreihe bilden. Ad-

ambulacralplatten klein. Bewaffnung: zwei gleiche Stacheln. Adambulacralfüsschen vierreihig. Kiemenbläschen einzeln, Längsreihen zwischen den Platten bildend.

Literatur: **Farquhar** (Fr. N. Zealand Inst. 27); **Sladen** (503).

2 Arten: *neozelanicus* Farquhar, *stoichodes* Sladen.

Im südpacifischen Ocean litoral.

IV. Familie: ***Solasteridae*** Perrier 1884.

Rückenplatten netzförmig, mit paxillenähnlichen Stacheln. Ventrolateralplatten mehr weniger entwickelt. Pedicellarien fehlen. Mit Interbrachialsepten.

1. Subfamilie: *Solasterinae* Sladen 1888.

Adambulacralbewaffnung in zwei Reihen rechtwincklig zu einander.

1. *Crossaster* Müller u. Troschel 1840.

Arme verlängert. Ventrolateralplatten fehlen längs der Arme. Rückenplatten bilden ein Netzwerk, mit Paxillen in weiten Zwischenräumen. Eine Reihe von gut entwickelten Randpaxillen. Kiemenbläschen in Gruppen.

Literatur: **L. Agassiz** (10); **Bell** (28); **de Blainville** (66); **Brandt** (70); **Fabricius** (131); **Forbes** (144); **Gray** (174, 178); **Linck** (284); **de Loriol** (Mém. Soc. Phys. Genève, Vol. 32, 1897); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Pennant** (397); **Perrier** (418); **Sladen** (503); **Sluiter** (Bydr. Dierk. 17); **Verrill** (548, Proceed. Unit. St. Nat. Mus., Vol. 17).

8 Arten: *alboverrucosus* Brandt, *australis* Perrier, *helianthus* Verrill, *neptuni* Bell, *papposus* (Linck) Müller u. Troschel, *papposus* var. *septentionalis* Sladen, *penicillatus* Sladen, *vancouverensis* de Loriol.

Leben im nordatlantischen und pacifischen Ocean; *papposus* findet sich in allen drei Regionen.

2. *Solaster* Forbes 1839.

= *Stellonia* (*pars*) Agassiz, *Crossaster* (*pars*) Müller u. Troschel, *Solaster* (Subgatt. *Endeca*) Gray.

Ventrolateralplatten fehlen längs der Arme. Rückenplatten engmaschig gestellt. Mit einer Reihe von Randpaxillen. Kiemenbläschen einzeln oder in kleinen Gruppen.

Literatur: **Agassiz** (10); **Blainville** (66); **Danielssen u. Koren** (106); **Forbes** (144); **Gray** (174, 178); **O. F. Müller** (377); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Perrier** (418); **Retzius** (447); **Sladen** (503); **Verrill** (Proceed. Unit. St. Nat. Mus., Vol. 17).

12 Arten: *abyssicola* Forbes, *benedicti* Verrill, *carlii* Verrill, *endeca* (Retzius) Forbes, *endeca* var. *decemradiata* Brandt, *glacialis* Danielssen u. Koren, *intermedius* Sluiter, *paxillatus* Sladen, *regularis* Sladen, *subarcuatus* Sladen, *syrtensis* Verrill, *torulatus* Sladen.

Im nordatlantischen Ocean, im nordpacifischen, Südsee (*subarcuatus*) und südpacifischen Ocean (*torulatus*). Mit Ausnahme der letzten Art, die abyssal ist, gehören sie der litoralen Zone an.

3. *Lophaster* Verrill 1878.

Rückenfläche mit Paxillen, die auf den Armen in Längslinien stehen. Randplatten mit zwei Reihen von gut entwickelten Paxillen. Ventrolateralplatten fehlen in den Armen. Adambulacralplatten breit, mit zwei Reihen Stacheln. Kiemenbläschen einfach oder in Gruppen zu vier oder mehr.

Literatur: **Düben u. Koren** (116); **Sladen** (503); **Verrill** (556).

2 Arten: *furcifer* (Düben u. Koren) Verrill, *stellans* Sladen.

Ersterer im nordatlantischen, letzterer vom südpacifischen Ocean, leben in allen drei Zonen.

4. *Rhipidaster* Sladen 1889.

Scheibe breit (*Crossaster*-ähnlich). Arme kräftig. Dorsalplatten bilden ein weitmaschiges Netzwerk, mit isolirten paxillenähnlichen Gruppen von Stacheln. Eine Reihe von (oberen?) Randplatten mit ebensolchen Stachelgruppen auf den Armen. Ventrolateralplatten in einer Reihe zwischen Randplatten und Adambulacralplatten auf den Armen. Letztere breit, sieben bis acht Furchenstacheln mit einer Haut verbunden in einer Reihe, und eine Reihe von vier ventralen Stacheln. Kiemenbläschen isolirt. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (503).

Art: *vannipes* Sladen; aus dem malayischen Archipel litoral.

5. *Ctenaster* Perrier 1884.

Scheibe breit; sechs Arme. Oberfläche von einer nackten dicken Haut bedeckt, die Platten verdeckend.

Ventrolateralplatten in queren Reihen, mit drei bis vier Stacheln. Untere Randplatten mit Stacheln, obere undeutlich. Kiemenbläschen isolirt. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Perrier** (405, 410, Travailleur 1894); **Sladen** (503).

1 Art: *spectabilis* Perrier; im nordatlantischen Ocean abyssal.

2. Subfamilie: *Korethrasterinae* Sladen 1888.

Bewaffnung der Adambulacralplatten: eine quere Reihe von Stacheln. Dorsolateral- und Randplatten in transversalen Reihen, correspondirend mit den Adambulacralplatten.

1. *Korethraster* Wyv. Thomson 1873.

Gestalt sternförmig. Arme mässig hervorspringend. Scheibenoberfläche in fünf Sectoren getheilt. Dorsalplatten polygonal oder abgerundet. Stacheln bilden lange, zahlreiche paxillenähnliche Bündel. Adambulacralplatten kurz, breit, correspondiren mit den unteren Randplatten. Bewaffnung: eine quere Reihe von sehr kräftigen Stacheln. Pedicellarien fehlen. Adambulacralfüsschen in zwei Reihen. Kiemenbläschen fehlen auf der Rückenfläche.

Literatur: **Perrier** (405, 410, Travailleur 1894); **Sladen** (503); **Wyv. Thomson** (539).

4 Arten: *hispidus* Wyv. Thomson, *palmatus* Perrier, (? *radians* Perrier), *setosus* Perrier.

Sämmtlich im nordatlantischen Ocean; *hispidus* und *setosus* durch alle drei Zonen, die übrigen litoral und continental. Für *palmatus* stellte Perrier 1894 das Subgenus *Remaster* auf.

2. *Peribolaster* Sladen 1885.

Gestalt sternförmig, Arme kurz und breit. Scheibe breit. Rückenfläche convex. Bauchfläche eben. Rückenfläche mit kreuzförmigen Platten, netzartig angeordnet. Auf jeder Platte wenig zahlreiche Bündel von Stacheln, die von einer Hülle umgeben sind. Adambulacralplattenbewaffnung: eine quere Reihe von breiten, einzeln stehenden, von einer Membran umhüllten Stacheln (einschliesslich der Stacheln der unteren Randplatten).

Literatur: **Sladen** (503).

1 Art: *folliculatus* Sladen; im südpacifischen Ocean litoral.

3. *Radiaster* Perrier 1887.

Gestalt dick. Arme verhältnissmässig kurz. Ventrolateralplatten in queren Reihen mit den Adambulacralplatten correspondirend, mit einem Büschel von kleinen Stacheln. Adambulacralbewaffnung: drei bis vier Stacheln, parallel zur Ambulacralfurche, Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Perrier** (405, 410 Travailleur 1894); **Sladen** (503).

1 Art: *elegans* Perrier; im nordatlantischen Ocean abyssal.

Diese Gattung wurde mit *Ctenaster* von Sladen den Solasteriden angereiht, von Perrier jetzt zu den Ganeriiden gestellt.

V. Familie: ***Pterasteridae*** Perrier 1875.

Gestalt scheibenförmig pentagonal. Rückenskelett aus kreuz- und sternförmigen Platten mit paxillenförmigen Gruppen von Stacheln bestehend, die durch eine Haut verbunden sind, welche sich über ihre Spitzen ausspannt. Im Centrum der Scheibe ist eine breite Oeffnung, gebildet durch bewegliche Klappen, die in den Raum zwischen Rückenoberfläche und Haut hineinführt. Ohne Pedicellarien. Randplatten unsichtbar.

1. *Pteraster* Müller u. Troschel 1842.

Rückenhaut mit Muskelbändern gestützt durch die Stacheln. Ventrallateralstacheln mit besonderer Haut flossenartig verbunden. Muskelbänder nicht netzartig, Haut überall Spicula enthaltend. Bewaffnung: quere Reihe von einem Kamm von Stacheln, die durch Haut verbunden sind. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Koehler** (Rev. Biol. Nord France, T. 7); **Ludwig** (309); **O. F. Müller** (377); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399, Travailleur 1894); **Sars** (470); **Sladen** (500, 503, 505); **Smith** (508); **Verrill** (Americ. Journ. Sc., Vol. 16, 1878; Proc. U. St. Mus., 17, 1894).

14 Arten: *affinis* Smith, *alveolatus* Perrier, *aporus* Ludwig, *caribbaeus* Perrier, *danae* Verrill, *hexactis* Verrill, *militaris* (O. F.

Müller) Müller u. Troschel, *militaris* var. *prolata* Sladen, *personatus* Sladen, *pulvillus* Sars, *rugatus* Sladen, *semireticulatus* Sladen, *sordidus* Perrier, *stellifer* Sladen.

Fehlen im indischen Ocean und malayischen Archipel. Leben theils in allen drei Zonen (*militaris* u. *pulvillus*), theils litoral, theils abyssal.

2. *Retaster* Perrier 1878.
= *Diplopteraster* Verrill 1880.

Muskelbänder netzartig, ohne Spicula in der Rückenhaut. Bewaffnung wie bei der vorigen Gattung. Ventro-lateralstacheln flossenartig verbunden.

Literatur: **v. Martens** (338); **Perrier** (402); **Sars** (470); **Sladen** (500, 503); **Verrill** (557).

7 Arten: *capensis* Gray, *cribosus* v. Martens, *gibber* Sladen, *insignis* Sladen, *multipes* Sars, *peregrinator* Sladen, *verrucosus* Sladen.

Fehlen nur im nordpacifischen Ocean, leben nicht litoral, selten in der continentalen und abyssalen Zone.

3. *Marsipaster* Sladen 1882.

Gestalt niedergedrückt, pentagonoid; Rückenfläche wenig convex, Bauchfläche eben. Die Muskelbänder fehlen in der Rückenhaut. Ventrallateralstacheln auf der Bauchfläche vertheilt. Paxillenstacheln (15—30) lang, fein, zahlreich, durchdringen die Rückenhaut. Adambulacralbewaffnung: ein querer Kamm, dessen Stacheln durch eine Haut verbunden sind. Ein Paar Mundoberflächenstacheln mit den Randstacheln durch Haut verbunden.

Literatur: **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1893); **Perrier** (413); **Sladen** (500, 503).

3 Arten: *alveolatus* Perrier (?), *hirsutus* Sladen, *spinossimus* Sladen. Im nordatlantischen und südpacifischen Ocean abyssal.

4. *Calyptraster* Sladen 1882.

Gestalt niedergedrückt, pentagonal, Bauchfläche convex. Rückenhaut sehr zart, durchsichtig, ohne Muskelbänder. Paxillenstacheln (fünf bis sechs) kurz, kräftig, ragen nicht über die Haut hervor. Adambulacralbewaffnung quere Kämme von Stacheln. Ventrolateralstacheln auf der Bauchfläche vertheilt. Drei Paare von Mundoberflächen-Stacheln.

Literatur: **Sladen** (500, 503).

1 Art: *coa* Sladen. Südatlantic, continental.

5. *Hymenaster* Wyv. Thomson 1873.

Rückenhaut gut entwickelt mit Muskelbändern. Spiracula vorhanden. Rückenfläche in fünf radiale Flächen getheilt. Osculum gross. Stacheln der Paxillen die Haut tragend. Ventralstacheln lang, über den Scheibenrand hervorragend. Adambulacralbewaffnung: Stacheln ohne Schwimmhaut.

Literatur: **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1893); **Perrier** (412, 413, Talisman 1894; Res. Camp. scient. Albert I., fasc. 11, 1896); **Sladen** (500, 503); **Thomson** (539); **Verrill** (Americ. J. Sc., 49, Proc. Un. St. Nat. Mus., V. 17, 1894).

24 Arten: *anomalus, caelatus, carnosus, coccinatus, crucifer, echinulatus, formosus, geometricus, glaucus, graniferus, infernalis, latebrosus, pergamentaceus, porosissimus, praecoquis, pullatus, vicarius*, sämmtlich Sladen, *giboryi, rex, sacculatus* Perrier, *membranaceus, nobilis, pellucidus* Wyv. Thomson, *modestus, regalis* Verrill.

Die Arten dieser Gattung leben mit Ausnahme von *pellucidus* nur abyssal, fehlen im indischen Ocean und malayischen Archipel.

6. *Benthaster* Sladen 1882.

Gestalt mehr sternförmig, Rückenfläche convex, Bauchfläche eben. Rückenhaut rückgebildet, ohne Muskelbänder, Spiracula fehlen. Stacheln der Paxillen über die Haut hervorragend. Adambulacralbewaffnung: ein bis zwei Stacheln ohne Schwimmhaut. Ventralstacheln in der Haut verborgen.

Literatur: **Sladen** (500, 503).

2 Arten: *penicillatus* Sladen, *wyville-thomsoni* Sladen.

7. *Cryptaster* Perrier 1894.

Körperform abgeplattet. Muskelbänder der Rückenhaut bilden ein regelmässiges Netzwerk. Ventralstacheln auf der Bauchfläche. Adambulacralbewaffnung: drei kleine freie Stacheln.

Literatur: **Perrier** (Expéd. scientif. Talisman 1894).

1 Art: *personatus* Perrier.

Abyssal, Azoren.

8. *Pythonaster* Sladen 1888.

Gestalt sternförmig, Arme sehr lang, biegsam, cylindrisch. Scheibe klein. Rückenhaut fehlt, ebenso die Ventralstacheln und die Segmentalöffnungen. Rückenstacheln kurz, keine gestielte Paxillen bildend. Adambulacralplatten breit, quere Reihen von Stacheln, durch eine Membran verbunden, bilden die Bewaffnung. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (Narr. Chall. Exp. 1885, 503).

1 Art: *murrayi* Sladen.

Atlantischer Ocean abyssal.

VI. Familie: ***Echinasteridae*** Verrill 1871 (1867) emend.

Rückenskelett netzförmig. Die Platten mit Stacheln oder Gruppen von solchen. Scheibe breit, aber klein, Arme lang. Pedicellarien fehlen meist. Ambulacralfüsschen in zwei Reihen.

1. Subfamilie: *Acanthasterinae* Sladen 1888.

Scheibe breit. Arme zahlreich, mehr als zehn. Stacheln isolirt, bedeckt mit einer kalkigen Granula tragenden Haut. Pedicellarien zangenförmig. Mehrere Madreporenplatten.

1. *Acanthaster* Gervais 1841.

= *Stellaria* (*pars*) Agassiz, *Echinaster* Gray, *Echinetes* Müller u. Troschel.

Literatur: **Agassiz** (10); **Döderlein** (114); **Ellis u. Solander** (127); **Gervais** (158); **Gray** (174); **Koehler** (Mém. Soc. Zool. France, 1895); **Lütken** (317); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (Talisman 1894); **Sladen** (503).

4 Arten: *echinites* (Ellis u. Solander) Lütken, *ellisii* (Gray)? *mauritiensis* de Loriol, *solans* (Schreber) Dujardin u. Hupé.

Im indischen, pacifischen Ocean, malayischen Archipel litoral.

2. Subfamilie: *Mithrodiinae* Viguier 1878.

Scheibe klein, Arme gewöhnlich in der Fünfzahl. Stacheln breit besetzt mit Rauhigkeiten. Pedicellarien fehlen. Eine Madreporenplatte.

1. *Mithrodia* Gray 1840.

Literatur: **Döderlein** (Semon, Forschungsreisen in Australien, Bd. 5); **Gray** (174); **Lamarck** (275); **de Loriol** (294); **Lütken** (317); **v. Martens** (338); **Michelin** (353); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399), **Sladen** (503).

3 Arten: *bradleyi*, *clavigera* (Lamarck) Perrier, *victoriae* Bell.

Leben im atlantischen, indischen, pacifischen Ocean und im malayischen Archipel litoral.

3. Subfamilie: *Echinasterinae* Viguier 1878.

Fünf bis sechs Arme. Stacheln isolirt oder in Gruppen. Pedicellarien fehlen. Ambulacralbewaffnung: einfache oder quergestielte Reihen.

1. *Cribrella* Agassiz 1835.

= *Pentadactylosaster* (*pars*) Linck, *Cribrella* (*pars*) Agassiz, *Linckia* Forbes, *Henricia* Gray, *Cribella* (*pars*) Forbes, *Echinaster* (*pars*) Müller u. Troschel.

Scheibe klein, Arme verlängert, rund. Rückenplatten bilden ein sehr engmaschiges Netzwerk, jede mit dichtstehenden kleinen Stacheln besetzt. Ventrolateral- und Randplatten bilden Längs- und Querreihen, zwischen ihnen liegen die Kiemenbläschen isolirt.

Literatur: **L. Agassiz** (10); **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1893); **Dujardin u. Hupé** (117); **Forbes** (145); **Gray** (174, 178); **Koehler** (Rev. Biol. Nat. France, T. 7; Ann. Univ. Lyon, 1895); **Leipoldt** (Z. f. wiss. Zool. Bd. 59); **Linck** (284); **Loriol** (Mém. Soc. Phys. Genève, 1897); **Lütken** (312); **v. Martens** (338); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399, 402, 418, Talisman, Res. Camp. Scientif. Albert I., Fasc. 9); **Sars** (467); **Stimpson** (515); **Verrill** (Proc. U. St. Nat. Mus., V. 17); **Viguier** (559).

21 Arten: *abyssalis* Perrier, *antillarum* Perrier, *biscayensis* Koehler, *caudani* Koehler, *compacta* Sladen, *densispina* Perrier, *hyadesi* Perrier, *laeviuscula* Stimpson, *minuta* Bell, *obesa* Sladen, *oculata* (Linck) Forbes, *oculata var. abyssicola* Norman, *ornata* Perrier, *pagenstecheri* Sladen, *pectinata* Verrill, *praestans* Sladen, *sexradiata* Perrier, *simplex* Sladen, *simplex* var. *granulosa* Sladen, *sufflata* Sladen, *studeri* Perrier.

Atlantischer und pacifischer Ocean, Südsee, leben in seichtem Wasser, continental und abyssal.

2. *Cribraster* Perrier 1891.

Unterscheidet sich von *Cribella* durch Paxillen auf der Bauchfläche. Scheibe grösser. Ventrolateralplatten bilden nicht Längsreihen. Kiemen-

bläschen fehlen auf der Bauchfläche. Bewaffnung: ein grosser gebogener Adambulacralstachel und zwei kleinere.

Literatur: **Perrier** (418).

Art: *sladeni* Perrier. Iles Malouines.

3. *Perknaster* Sladen 1889.

Scheibe breit, Arme cylindrisch, zugespitzt. Rückenfläche und Seiten bedeckt mit kleinen Platten, die Gruppen kurzer Stacheln, die mit Haut bedeckt sind, tragen (paxillenähnlich). Adambulacralbewaffnung: ein bis zwei quere Reihen von Stacheln. Ambulacralfüsschen zweireihig. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (503).

Arten: *densus* Sladen, *fuscus* Sladen; Südsee litoral.

4. *Echinaster* Müller u. Troschel 1840.

= *Stellonia* Nardo, *Othilia* Gray, *Rhopia* Gray.

Arme verlängert, drehrund. Rückenskelett aus grösseren Hautplatten und kleinen Connectivplatten bestehend, bildet ein Netzwerk. Rückenfläche mit isolirten Stacheln auf einer Erhebung. Kiemenbläschen stehen in den Maschen des dorsalen Netzwerkes. Adambulacralbewaffnung: ein gebogener Stachel und zwei ventrale grosse Stacheln, die oft durch eine Haut verbunden sind. Zwischenrandplatten zwischen oberen und unteren Randplatten. Füsschen zweireihig. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **A. Agassiz** (3); **L. Agassiz** (10); **delle Chiaje** (83); **Döderlein** (Semon, Forschungsreisen, Bd. 5); **Dujardin u. Hupé** (117); **Gray** (174); **Grube** (193); **Koehler** (Mém. Soc. France, 1894); **Leipoldt** (Z. wiss. Zool., Bd. 59); **Lamarck** (275); **de Loriol** (294, Mém. Soc. Genève, 32); **Ludwig** (Seesterne, Fauna Neapel, 1897); **Lütken** (317); **v. Marenzeller** (Denkschr. Wien. Akad., 1895); **v. Martens** (338); **Marchisio** (Boll. Mus. Torino, 1896); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399); **Retzius** (448); **Risso** (450); **Russo** (454); **Sars** (469); **Say** (476); **Sladen** (503); **Smith** (508, 510); **Sluiter** (Bijdr. Dierk., Leiden 1895); **Studer** (526); **Verrill** (549).

Arten: *brasiliensis* Müller u. Troschel, *callosus* v. Marenzeller, *crassus* Müller u. Troschel, *cribella* Lütken, *deplanatus* Grube, *eridanella* Müller u. Troschel, *lacunosus* Grube, *modestus* Perrier, *panamensis* Leipoldt, *purpureus* (Gray) Bell, *rigidus* Grube, *scorbiculatus* Danielssen u. Koren, *sentus* (Say) Lütken, *sepositus* (Lamarck) Müller u. Troschel, *serpentarius* Müller u. Troschel, *sladeni* Loriol, *spinosus* (Retzius) Müller u. Troschel, *spinulifer* Smith, *tenuispinus* Verrill, *vestitus* Perrier.

In allen Meeren litoral. Im Mittelmeer lebt *sepositus,* von Ludwig ausführlich geschildert (Fauna und Flora Neapel, Monographie 24, Seesterne, 1897). Für *serpentarius* errichtete Ives (P. Ac. Philadelphia, 1890) die neue Gattung *Thyraster.*

5. *Plectaster* Sladen 1888.

Scheibe klein. Netzwerk der Rückenplatten sehr weitmaschig, in denen viele Kiemenbläschen (Porenfelder) stehen. Rückenplatten mit

Gruppen von Stacheln. Adambulacralbewaffnung: Stacheln in doppelten Längsreihen gestellt.

Literatur: **Bell** (Zool. Anz. 1888); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (410); **Sladen** (503).

1 Art: *decanus* (Müller u. Troschel) Sladen, im südpacifischen Ocean litoral.

6. *Dictyaster* Alcock u. Wood-Mason 1891.

Scheibe verhältnissmässig gross, Arme ziemlich breit. Rückenfläche mit unregelmässigen Platten, die ein weitmaschiges Netzwerk bilden; die meisten tragen Stacheln. Kiemenbläschen gruppenweise in den Maschen. Obere Randplatten abwesend oder nicht wahrnehmbar, untere Randplatten mit einem oder mehreren gedrungenen Stacheln. Adambulacralbewaffnung: doppelte Reihe von Stacheln.

Literatur: **Alcock u. Wood-Mason** (Ann. u. Mag. Nat. Hist., 1891); **Alcock** (Ann. u. Mag. Nat. Hist., 1893).

2 Arten: *Wood-Masoni* Alcock, *xenophilus* Alcock u. Wood-Mason. Andaman See, erstere litoral, letztere abyssal.

Subfamilie: *Valvasterinae.*

Scheibe mässig gross. Fünf Arme. Rückenplatten regelmässig angeordnet mit kleinen isolirten Stacheln. Randplatten mit einer grossen klappenförmigen Pedicellarie, die von Stacheln umgeben ist. Ventrolateralplatten mit einem oder mehreren Stacheln.

7. *Valvaster* Perrier 1875.

Literatur: **Gray** (178); **Lamarck** (275); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (398).

1 Art: *striatus* (Lamarck) Perrier, Mauritius litoral.

VII. Familie ***Heliasteridae*** Viguier 1878.

Scheibe breit, mehr als 25 Arme. Rückenskelett netzförmig, dessen Platten einzelne oder mehrere Stacheln tragen (niemals Paxillen). Mit doppelten Interbrachialsepten. Adambulacralbewaffnung: eine Reihe Stacheln. Ambulacralfüsschen vierreihig.

1. *Heliaster* Gray 1840.

Literatur: **L. Agassiz** (10); **Dujardin u. Hupé** (117); **Gray** (174, 178); **Lamarck** (275); **Müller u. Troschel** (375); **Sladen** (503); **Verrill** (549); **Xantus** (581).

5 Arten: *canopus* Perrier, *cumingii* (Gray) Verrill, *helianthus* (Lamarck) Dujardin u. Hupé, *microbrachia* Xantus, *multiradiata* (Gray) Verrill.

Leben an der Westküste von Süd-Amerika litoral.

VIII. Familie ***Pedicellasteridae*** Perrier 1884.

Scheibe klein, Arme cylindrisch. Rückenskelett zusammengesetzt aus kleinen Platten, netzförmig, in den Armen in Längs- und Querreihen angeordnet, sodass viereckige Maschen entstehen. Peristom adambulacral. Adambulacralplatten kurz, mit je einem Furchenstachel. Ambulacralfüsschen zweireihig, mit Saugscheibe. Gekreuzte und oft gerade Pedicellarien.

1. *Pedicellaster* Sars 1861.

Fünf oder sechs Arme. Rückenskelett der Arme netzförmig, mit einzelnen Stacheln. Untere Randplatten undeutlich. Kiemenbläschen einzeln oder in kleinen Gruppen.

Literatur: **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1893); **Perrier** (409, Talisman); **Smith** (508); **Sars** (470); **Sladen** (503); **Studer** (527).

7 Arten: *atratus* Alcock, *hypernotius* Sladen, *palaeocrystallus* Sladen, *pourtalesi* Perrier, *sarsii* Studer, *scaber* Smith, *sexradiatus* Perrier, *typicus* Sars.

Leben im atlantischen Ocean und der Südsee, meist litoral, nur *sexradiatus* abyssal.

2. *Coronaster* Perrier 1884.

Scheibe abgeplattet, 9—12 Arme. Rückenskelett mit rechteckigen Maschen. Kiemenbläschen in Gruppen. Pedicellarien gekreuzt. Stacheln tragen in halber Höhe einen Kranz von Pedicellarien, die schirmartig ausgebreitet sind. Adambulacralbewaffnung: ein Furchenstachel und wenigstens zwei Ventralstacheln.

Literatur: **Perrier** (413, Talisman 1894); **Studer** (527).

3 Arten: *antonii* Perrier, *octoradiatus* Studer, *parfacti* Perrier.

3. *Lytaster* Perrier 1894.

Scheibe abgeplattet, Armzahl bei derselben Art sehr variabel. Rückenskelett von grossen Platten, deren jede einen grossen Stachel trägt, gebildet, die ein unregelmässiges Netzwerk bilden. Adambulacralbewaffnung: ein Furchenstachel.

Literatur: **Perrier** (Talisman 1894).

1 Art: *inaequalis* Perrier, Détroit de la Bocayna, litoral.

4. *Gastraster* Perrier 1894.

Scheibe und Arme ein wenig aufgeblasen. Rückenskelett netzförmig, auf den Armen sind die Platten in Längsreihen gestellt, jede mit zahlreichen Stacheln. Pedicellarien gekreuzt. Adambulacralplatten mit einem Furchenstachel und einem ventralen Stachel. Kiemenbläschen einzeln auf der Scheibe.

Literatur: **Perrier** (409, Talisman 1894).

1 Art: *margaritaceus* Perrier (Açoren), nordatlandischer Ocean abyssal.

IX. Familie ***Asteriidae*** Gray 1840.

Scheibe ziemlich klein, Arme lang. Rückenskelett netzförmig, aus ungleichen Platten gebildet, die einzelne Stacheln oder Gruppen von solchen tragen. Ambulacrales Peristom, 5—12 Arme. Pedicellarien gekreuzt und gerade. Adambulacralbewaffnung: 1—3 Stacheln in Reihen längs der Ambulacralfurche. 1 oder 2 Reihen Kiemenbläschen einzeln oder in Gruppen. Ambulacralfüsschen vierreihig, mit deutlicher Saugscheibe.

1. *Asterias* Linné 1766.

= *Asterias* (*pars*) Linné, *Stellonia* (*pars*) Nardo, *Uraster* (Agassiz) Forbes, *Asteracanthion* (*pars*) Müller und Troschel, *Leptasterias* Verrill, *Coscinasterias* Verrill, *Margaraster* Hutton, *Marthasterias* Jullien.

Rückenskelett gut entwickelt, netzförmig, die Platten tragen Stacheln.

Die grosse Zahl der unter dem Gattungsnamen *Asterias* beschriebenen Asteriden zeigt unter einander derartige Verschiedenheiten, dass man versucht hat, die in einzelnen Merkmalen übereinstimmenden Arten in besonderen Untergattungen zusammenzustellen. Bell (31) versuchte zuerst nach besonderen Merkmalen die Arten zu gruppiren, nämlich nach der Zahl der Arme, der Madreporenplatten und der Längsreihen der adambulacralen Stacheln. Weiter berücksichtigt er die Form und Anordnung der Rückenstacheln. Sein System hat aber keinen Anklang gefunden. Nächst Bell hat Sladen die Untergattungen *Asterias, Cosmasterias, Smilasterias, Hydrasterias, Leptasterias, Stolasterias* aufgestellt, während er die übrigen Arten als nicht eingereiht anführt. Neuerdings hat Perrier (Expédit. scientif. du Travailleur et du Talisman, Paris 1894, Echinodermes, P. 1) diese Untergattungen zu Gattungen erhoben und zugleich neue Gattungen hinzugefügt, ohne aber die einzelnen Arten in ihrer Zugehörigkeit zu seinen 14 Gattungen zu beschreiben. Es wird nur dem Asteriden-Systematiker beschieden sein, eine natürliche Eintheilung dieser Gattung zu geben, welchem das Material zur Vergleichung vorliegt, zumal einzelne Artenbeschreibungen ganz unzulänglich sind, sodass man in Verlegenheit käme, sollte man sie in einzelne der 14 Perrier'schen Gattungen einordnen. Wir führen aus diesen Gründen die einzelnen Arten an, indem auf die Bell'sche und Sladen'sche Eintheilung verwiesen sein mag.

Literatur: **A. Agassiz** (5); **L. Agassiz** (10); **Alcock u. Wood-Mason** (Ann. Mag. Nat. Hist. 1891); **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist. 1893); **Bell** (31, 32, 37, 45, 46, 47, 50, 51, 56); **Blainville** (66); **Brandt** (68, 69); **Cuénot** (93); **Danielssen u. Koren** (106, 107); **Delle Chiaje** (83); **Düben u. Koren** (116); **Dujardin u. Hupé** (117); **Gray** (174, 178); **Grube** (196); **Heller** (222, 223); **Koehler** (258, Mem. Soc. Zool. France T. 7, 1894); **Kükenthal u. Weissenborn** (272); **Lamarck** (275); **Leipoldt** (Z. f. wiss. Zool. 1895); **Linné** (286); **de Loriol** (294); **Ludwig** (302, Seesterne Neapel, 1897); **Lütken** (312, 313); **v. Marenzeller** (Denkschr. Akad. Wien, 1891, 1893, 1895); **Meissner** (346); **Meissner u. Collin** (Wiss. Meeresunters. Kiel, 1894); **Müller u. Troschel** (369, 375); **O. F. Müller** (378); **Möbius** (364); **Möbius u. Bütschli** (366); **Norman** (388); **d'Orbigny** (20); **Pennant** (397); **Perrier** (398, 399, 401, 403, 410, 412, 417, 420); **Rathbun** (442); **Sars** (469, 470); **Sladen** (503, 504); **Sluiter** (Bijdr. Dierk., Leiden 1895); **Stimpson** (516, 517); **Studer** (522, 526, 527); **Stuxberg** (532, 534); **Verrill** (553, Americ. Journ. Sc. 1895).

123 (?) Arten: *acervata* Stimpson, *acutispina* Stimpson, *aequalis* Stimpson, *africana* Müller u. Troschel, *alba* Bell, *amurensis* Lütken, *angulosa* Perrier, *antarctica* (Lütken) Perrier, *atlantica* Verrill, *austera* Verrill, *bellii* Studer, *borbonica* Perrier, *brachiata* Perrier, *brandti* Bell, *brevispina* Stimpson, *briareus* Verrill, *calamaria* Gray,

camtschatica Brandt, *capensis* Perrier, *capitata* Stimpson, *clavata* (Philippi) Perrier, *compta* Stimpson, *conferta* Stimpson, *contorta* Perrier, *cribraria* Stimpson, *cunninghami* Perrier, *disticha* (Brandt) Perrier, *edmundi* Ludwig, *enopla* Verrill, *epichlora* Brandt, *eustyla* Sladen, *exquisita* de Loriol, *fascicularis* Perrier, *fernandensis* Meissner, *fissispina* Stimpson, *forbesi* (Desor) Verrill, *forreri* de Loriol, *fragilis* Studer, *fulgens* (Philippi) Perrier, *fulva* (Philippi) Perrier, *fungifera* Perrier, *gelatinosa* Meyen, *gemmifera* Perrier, *georgiana* Studer, *germaini* (Philippi) Perrier, *glacialis* O. F. Müller, *glomerata* Sladen, *gracilis* Perrier, *groenlandica* (Lütken) Stimpson, *gunneri* Danielssen u. Koren, *guernei* Perrier, *hartii* Rathbun, *hexactis* Stimpson, *hispida* Pennant, *hispidella* Verrill, *hyperborea* Danielssen u. Koren, *inermis* Bell, *janthina* Bell, *japonica* Stimpson, *katherinae* Gray, *koehleri* de Loriol, *lacazii* Perrier, *linckii* Müller u. Troschel, *linearis* Perrier, *littoralis* Stimpson, *lurida* (Philippi) Perrier, *lütkeni* Stimpson, *mazophorus* Alcock u. Wood-Mason, *meridionalis* Perrier, *mexicana* (Lütken) Perrier, *mitis* (Philippi) Perrier, *mollis* Hutton, *mülleri* Sars, *murrayi* Bell, *nautarum* Bell, *normani* Danielssen u. Koren, *nuda* Perrier, *obtusispinosa* Bell, *ochotensis* (Brandt) Perrier, *ochracea* Brandt, *ophidion* Sladen, *ornans* Sluiter, *orsinii* Leipoldt, *panopla* Stuxberg, *paucispina* Stimpson, *pectinata* Brandt, *perrieri* Smith, *philippi* Bell, *platei* Meissner, *polaris* (Müller u. Troschel) Verrill, *rarispina* Perrier, *richardi* Perrier *rodolphi* Perrier, *rollestoni* Bell, *rubens* Linné, *rugispina* Stimpson, *rupicola* Verrill, *saanichensis* de Loriol, *scabra* (Hutton) Perrier, *scalprifera* Sladen, *sertulifera* Xantus, *sinusoida* Perrier, *spectabilis* (Philippi) Perrier, *spirabilis* Bell, *spitzbergensis* Danielssen u. Koren, *steineni* Studer, *stichantha* Sladen, *studeri* Bell, *sulcifera* Perrier, *tanneri* Verrill, *tenera* Stimpson, *tenuispina* Lamarck, *tomidata* Sladen, *torquata* Sladen, *triremis* Sladen, *trochelii* Stimpson, *vancouveri* Perrier, *varia* (Philippi) Perrier, *verrilli* Bell, *versicolor* Sladen, *vesiculosa* Sladen, *violacea* O. F. Müller, *volsellata* Sladen, *vulgaris* Packard.

Von diesen 123 Arten ist eine grosse Zahl unzweifelhaft synonym.

Diese Gattung lebt in allen Meeren, meist in seichtem Wasser, nur einzelne, wie *ophidion, vesiculosa,* sind abyssal. Im Mittelmeer leben *tenuispina*, *glacialis*, *edmundi*, *richardi*, die durch Ludwig eine erschöpfende Untersuchung erfahren haben. (Fauna u. Flora d. Golfes von Neapel, Monographie 24, Seesterne, 1897).

2. *Calvasterias* Perrier 1875.

Rückenskelett gebildet von dachziegelartigen breiten Platten — (*Asterina*-ähnlich) — die in unregelmässigen Längsreihen stehen und von einer dicken Haut bedeckt werden. Ventrolateralplatten rudimentär. Randplatten mit 2—3 beweglichen Stacheln. Adambulacralbewaffnung: ein cylindrischer Stachel. Kiemenbläschen in Gruppen von 5—6.

Literatur: **Bell** (31); **Perrier** (399); **Sladen** (503).

Arten: *antipodum* Bell, *asterinoides* Perrier, *stolidota* Sladen.

Leben im südatlantischen, südpacifischen Ocean und malayischen Archipel litoral.

3. *Uniophora* Gray 1840.

Rückenskelett mit breiten sphärischen Tuberkeln. Ventrolateralplatten stehen in mehreren regelmässigen Längs- und Querreihen.

Literatur: **Bell** (31); **Gray** (174, 178); **Lamarck** (275); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399).

2 Arten: *globifera* Gray, *granifera* (Lamarck) Bell.

Im südpacifischen Ocean litoral.

4. *Anasterias* Perrier 1875.

Rückenskelett gänzlich rückgebildet. Fünf Arme.

Literatur: **Perrier** (399); **Studer** (527); **Verrill** (Proc. U. St. Nat. Mus., 1894).

3 Arten: *minuta* Perrier, *multicostata* Verrill, *perrieri* Studer; letztere Art im südatlantischen Ocean.

5. *Pycnopodia* Stimpson 1861.

Rückenskelett der Arme rudimentär. Arme mehr als sieben.

Literatur: **Brandt** (69); **Stimpson** (517).

1 Art: *helianthoides* (Brandt) Stimpson; Nordpacific litoral.

X. Familie ***Brisingidae*** Sars 1875.

Scheibe klein. Arme sehr zahlreich und lang. Randplatten rückgebildet. Rückenskelett rückgebildet oder nur auf der Scheibe und den Genitalöffnungen. Stachel in einer Haut liegend, bedeckt mit gekreuzten Pedicellarien. Interbrachialsepten fehlen. Peristom adambulacral oder indifferent. Ambulacralfüsschen zweireihig. Gekreuzte und gerade Pedicellarien.

1. *Brisinga* Asbjörnssen 1856.

Scheibe sehr klein, kreisrund, Rückenfläche mit bedornter lederartiger Haut. Arme lang, cylindrisch, zugespitzt (7—15). Rückenskelett der Scheibe besteht aus kleinen sich berührenden Platten; das der Arme aus queren Skelettbögen, die an der Spitze der Arme fehlen. Kiemenbläschen fehlen.

Literatur: **Alcock u. Wood-Mason** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1891); **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1893); **Asbjörnssen** (473); **Koehler** (Rev. Biol. Nord France, 1895); **de Loriol** (294); **Perrier** (411, Talisman 1894); **Sars** (464, 473); **Studer** (526); **Viguier** (559); **Verrill** (Proc. U. St. Mus., 1894).

15 Arten: *andamanica* Alcock u. Wood-Mason, *armillata* Sladen, *bengalensis* Alcock u. Wood-Mason, *coronata* Sars, *costata* Verrill, *cricophora* Sladen, *discincta* Sladen, *endecacnemos* Asbjörnssen, *gunnii* Alcock, *hirsuta* Perrier, *insularum* Alcock u. Wood-Mason, *mediterranea* Perrier, *membranacea* Sladen, *multicostata* Verrill, *verticillata* Sladen.

Im nordatlantischen, nordpacifischen (*armillata*) Ocean und der Südsee (*membranacea*) continental und abyssal.

2. *Odinia* Perrier 1885.

Scheibe klein, mit kleinen Plättchen, zwischen ihnen stehen Kiemenbläschen. 14—19 Arme. Rückenskelett nicht netzförmig, beschränkt auf die Armbasis, besteht aus queren Skelettbögen, die von einander getrennt sind; in den Zwischenräumen kleine mosaikartig angeordnete Platten. Kiemenbläschen zwischen letzteren. Gekreuzte Pedicellarien.

Literatur: **Koehler** (Rev. Biol. Nord France, T. 7, 1895; Ann. Univ. Lyon, 1896); **Perrier** (411, 412, Talisman 1894); **Verrill** (Proc. U. St. Mus., 1894).

5 Arten: *americana* Verrill, *elegans* Perrier, *pandina* Sladen, *robusta* Perrier, *semicoronata* Perrier.

Leben nur im nordatlantischen Ocean continental und abyssal.

3. *Labidiaster* Lütken 1871.

Scheibe gross, Arme zahlreich, Rückenskelett besteht aus einem Balkennetz von Kalkstäbchen; an den Kreuzungsstellen ein bis zwei kleine bewegliche Stacheln. Rückenskelett der Arme wie auf der Scheibe. Gekreuzte und gerade Pedicellarien. Peristom indifferent.

Literatur: **Lütken** (317); **Studer** (526); **Sladen** (503).

2 Arten: *annulatus* Sladen; *radiosus* Lütken.

Erstere in der Südsee und im malayischen Archipel, litoral und continental, letztere im südatlantischen und südpacifischen Ocean litoral.

4. *Gymnobrisinga* Studer 1884.

Dorsaltheil des Armes entbehrt des Hautskeletts. Gekreuzte Pedicellarien in Querreihen auf dem Arme. — Auf Grund nur eines Armes aufgestellt.

Literatur: **Studer** (526).

1 Art: *sarsii* Studer; Südsee litoral.

5. *Freyella* Perrier 1885.

Scheibe klein, 6—13 Arme. Rückenskelett der Scheibe und des basalen Theils der Arme aus polygonalen dachziegelartigen Platten zusammengesetzt, die mit Stacheln und gekreuzten Pedicellarien besetzt sind. Ohne Kiemenbläschen. Keine unpaare Interradialplatte zwischen dem ersten Paar der Adambulacralplatten.

Literatur: **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1893); **Perrier** (407, 411, Talisman 1894); **Sladen** (503); **Verrill** (Proc. U. Nat. Mus., 1894).

16 Arten: *americana* Verrill, *aspera* Verrill, *attenuata* Sladen, *benthophyla* Sladen, *bracteata* Sladen, *dimorpha* Sladen, *echinata* Sladen, *edwardsi* Perrier, *elegans* Verrill, *fragilissima* Sladen, *heroina* Sladen, *microspina* Verrill, *pinnata* Sladen, *polycnema* Sladen, *remex* Sladen, *sexradiata* Perrier, *spinosa* Perrier, *tuberculata* Sladen.

Fehlen nur in der Südsee, sind mit Ausnahme von *americana* Tiefseebewohner.

6. *Colpaster* Sladen.

Scheibe klein, sieben lange Arme. Rückenskelett der Scheibe und

des basalen Theils der Arme aus dachziegelartigen Platten zusammengesetzt. Mit unpaarer Interradialplatte zwischen dem ersten Paar der Adambulacralplatten.

Literatur: **Sladen** (503).

1 Art: *scutigerula* Sladen; nordatlantischer Ocean abyssal.

Zweifelhafte Gattungen: *Hymenodiscus* Perrier 1880 mit *H. agassizii* Perrier Antillenmeer, wahrscheinlich Jugendform einer *Brisinga*; *Brisingaster* de Loriol 1884.

E. Geographische Verbreitung.

1. Die horizontale Verbreitung.

Die Seesterne sind in allen Meeren heimisch. Wir treffen sie in den kältesten wie in den tropischen Gegenden an. Eine Darstellung ihrer geographischen Verbreitung gab Perrier (402), während besonders für das Mittelmeer durch die Arbeiten von v. Marenzeller (337) und Ludwig (302, Seesterne, Fauna u. Flora Neapel) ihre Biologie bekannt geworden ist.

Wenn wir die einzelnen Familien der Asteriden zunächst ins Auge fassen, so sehen wir wie einzelne als Kosmopoliten über alle Meere verbreitet sind. Hierher gehören die Astropectiniden, die an Arten am reichsten, zugleich eine gleichmässige Verbreitung zeigen, was sich von den übrigen kosmopolitischen Familien nicht sagen lässt. Die Familie der Asteriden ist ebenfalls kosmopolitisch, allein sie unterscheidet sich von den Astropectiniden dadurch, dass die Zahl ihrer Arten in den kälteren Meeren überwiegt. Dasselbe gilt auch für die Echinasteriden und Solasteriden, welch letztere Familie besonders den nordatlantischen Ocean bevölkert. Andere Familien hingegen leben vorzugsweise in den wärmeren Meeren, wie die Linckiiden, deren Gattungen im indischen und südpacifischen Ocean sowie im malayischen Archipel vorherrschen. Für die Goniasteriden ist das Centrum ihrer Verbreitung die Westküste Australiens, der malayische Archipel und die Südsee. Ihre Zahl nimmt ab nach dem Osten, sodass man an der pacifischen Küste von Amerika nur wenige Arten antrifft. Ebenso gering sind sie in den europäischen Meeren und im atlantischen Ocean vertreten.

In dieselbe Gruppe sind beispielsweise die Pterasteriden, Porcellanasteriden und Brisingiden zu rechnen, deren grössere Zahl in den kälteren Zonen lebt, während die Asteriniden, mit Ausnahme der Gattung *Asterina*, die wärmeren Meere bevorzugen.

Gehen wir die einzelnen Gattungen durch, so können wir diese ebenfalls in zwei Gruppen eintheilen. Zur ersten gehören die Kosmopoliten, zur zweiten solche, deren Arten nur eine beschränkte Verbreitung haben. Als Typus der ersten Gruppe kann die Gattung *Asterias* gelten, der sich *Pentagonaster*, *Asterina* und *Astropecten* anschliessen. Diese Gattungen sind zugleich die an Arten zahlreichsten, sodass Perrier den Satz aufstellte, dass die geographische Ausbreitung mit der Zahl der Arten zunehme.

Zur zweiten Gruppe zählen wir die Gattungen *Plutonaster*, die bis auf zwei Arten im nordpacifischen Ocean leben, oder wie *Goniopecten*,

Marginaster und *Rhegaster* ausschliesslich auf den nordatlantischen Ocean beschränkt sind. Je geringer die Artenzahl ist, desto kleiner ist der Bezirk ihrer Verbreitung. So ist die Gattung *Cycethra* mit ihren wenigen Arten auf den südatlantischen, *Odinia* auf den nordatlantischen Ocean angewiesen.

Aehnliche Verhältnisse finden wir wieder, wenn wir die Verbreitung der Arten betrachten. Zwischen der Ostküste von Nordamerika und der europäischen Westküste, also dem atlantischen Ocean, finden wir keine Beziehungen. Ihre Arten sind verschieden und nur die hyperboräischen Arten, die auch in der Tiefsee leben, sind beiden Regionen gemeinsam, so *Cribrella oculata, Pteraster militaris* u. A. An der Ostküste Südamerikas und der Westküste Afrikas hingegen treffen wir theilweise dieselben Formen an; zwischen der Ost- und Westküste Amerikas, zwischen dem mittelländischen und dem rothen Meere bestehen jedoch keinerlei Beziehungen.

Von besonderem Interesse ist der Parallelismus zwischen den Arten der arktischen und antarktischen Fauna, auf den Perrier (417) besonders hingewiesen hat. Die folgende Liste zeigt diese frappante Erscheinung.

Arktisch:		Antarktisch:
1. *Brisinga coronata* Sars	entspricht	*Labidiaster radiosus* Lov.
2. *Pedicellaster typicus* Sars	,,	*Pedicellaster scaber* E. Sm.
3. *Stichaster roseus* Müll.	,,	*Stichaster aurantiacus* Meyen.
4. *Cribrella oculata* Linck	,,	*Cr. pagenstecheri* Stud., *hyadesi* Perr. u. *studeri* Perr.
5. *Lophaster furcifer* Düb. u. Kor.	,,	*Lophaster levinseni* Perr.
6. *Crossaster papposus* Fabr.	,,	*Crossaster australis* Perr.
7. *Pentagonaster granularis* Müll.	,,	*Pentagonaster austrogranularis* Perr.
8. *Hippasteria plana* Linck	,,	*Hippasteria magellanica* Perr.
9. *Porania pulvillus* Müll.	,,	*Porania antarctica* E. Sm.
10. *Goniopecten christi* Düb. u. Kor.	,,	*Goniopecten fleuriasi* Perr.
11. *Ctenodiscus corniculatus* Linck.	,,	*Ctenodiscus australis* Lütk.
12. *Pteraster militaris* Müll. u. Trosch.	,,	*Pteraster ingoufi* Perr. u. *Pt. inermis* Perr.

Eine ausführliche Betrachtung verdienen die Seesterne des Mittelmeeres, deren horizontale Verbreitung besonders durch Ludwig (Seesterne in Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel, Monographie 24, 1897) eine eingehende und erschöpfende Darstellung gefunden hat. Es sind 24 Arten, die zur Zeit aus dem Mittelmeer bekannt sind. Diese sind in der Weise vertheilt, dass die Zahl der Arten von Westen nach Osten abnimmt, sodass von den 24 Arten in der Adria nicht weniger als 8,

im übrigen östlichen Becken des Mittelmeers sogar 10 fehlen. Keine einzige Mittelmeer-Art kommt, wie wir schon anführten, im rothen Meere oder im weiteren Gebiete des indopacifischen Meeres vor. Wohl aber finden sich nicht weniger als 21 Mittelmeer-Arten im östlichen atlantischen Ocean. Nur 3 scheinen nach Ludwig bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse nach aussen von der Strasse von Gibraltar zu fehlen: *Astropectus spinulosus, jonstoni* und *Odontaster mediterraneus.* Die letztgenannte Art lebt aber nach Ludwig westlich der Gibraltar-Strasse; die beiden Astropectenarten haben sich aber vermuthlich entweder als Varietäten von einer oder als Bastardformen von zwei der drei anderen mittelmeerischen Astropecten-Arten abgespalten und dann allmählich zu selbständigen Arten ausgebildet (Ludwig). Für die 22 Arten nimmt dieser Forscher an, dass sie aus dem östlichen atlantischen Ocean in das Mittelmeer eingewandert seien, während zwei Arten autochthone Mittelmeer-Formen sind. Keine von ihnen scheint südwärts vom Aequator vorzukommen, während einzelne, wie *Luidia ciliaris* und *sarsi, Palmipes membranaceus* und *Asterias glacialis* in dem nördlichen Theil der Nordsee eindringen.

2. Verticale Verbreitung.

Man unterscheidet jetzt drei von oben auf einander folgende Schichten oder Zonen des Meeres, nämlich die litorale (0—300 m), die continentale (301—1000 m) und die abyssale (mehr als 1000 m). Der Antheil, den die einzelnen Familien an der Bevölkerung dieser drei Zonen haben, ist sehr verschieden. Auch hier können wir verschiedene Gruppen unterscheiden, indem einzelne Gattungen in allen drei Zonen gleich heimisch sind, andere in einer derselben, aber auch in die anderen Vertreter senden, während man endlich eine dritte Gruppe aufstellen kann, deren Gattungen ausschliesslich eine Zone bewohnen.

Zu der ersten Gruppe gehörten von den Archasteriden die Gattung *Pontaster.* Von den Solasteriden gehören folgende Gattungen hierher: Die Gattung *Crossaster* treffen wir in allen drei Zonen an, einzelne Arten, wie *affinis, papposus*, können sich den verschiedensten Temperaturverhältnissen anpassen. Dasselbe gilt für *Lophaster*, *Korethraster* und *Zoroaster.* Auch die Pterasteriden gehören hierher. Die Gattung *Pteraster* setzt sich aus Arten zusammen, die theils in allen drei Zonen, theils in nur einer leben, sei es die litorale, continentale oder abyssale. Die Arten von *Ctenodiscus* sind in allen Zonen gleich heimisch.

In die zweite Gruppe gehören zum Beispiel die Gattungen: *Asterias, Astropecten, Luidia, Ophidiaster*, *Pedicellaster,* litorale Gattungen, was aber nicht hindert, dass einzelne Arten auch in die continentale, ja abyssale Zone hinabsteigen. Für die Tiefseegattungen *Pararchaster*, *Plutonaster*, *Goniopecten, Hymenaster* gilt dasselbe, das heisst einzelne Arten verbreiten sich auch in die minder tieferen Zonen.

Die dritte Gruppe wird von einer grösseren Zahl von Gattungen zu-

sammengesetzt. Ausschliesslich litoral sind die Gattungen *Anthenea*, *Pentaceros* mit ihren vielen Arten, *Nidorella*, *Culcita*, *Cycethra*, *Patiria*, *Nepanthia*, *Asterina*, *Disasterina*, *Palmipes*, *Fromia*, *Ferdina*, *Linckia*, *Leiaster*, *Nardoa*, *Narcissia*, *Metrodira*, *Mithrodia*, *Heliaster*. Als ausschliessliche Tiefseegattungen sind folgende hervorzuheben: die Subfamilie der *Porcellanasterinae*: *Dytaster*, *Porcellanaster*, *Styracaster*, *Hyphalaster*, die Gattung *Benthaster* und Andere mehr.

Aus den Untersuchungen besonders von Agassiz, Perrier, Düben und Koren, Sladen, v. Marenzeller, Ludwig scheint hervorzugehen, dass die Zahl der Arten und besonders die der Individuen succesive nach der Tiefe zu abnimmt. Die meisten Arten scheinen die Tiefe von 300—1000 m zu bewohnen, doch ist zu hoffen, dass bei einer ausgebildeteren Technik des Dredschens auch aus den tieferen Schichten eine grössere Zahl von Asteriden erbeutet werden wird, wie Marenzeller überzeugt ist. Zu den Arten, die im seichten Wasser leben, und von denen einzelne in die litorale und abyssale Zone hinabreichen, treten in der letzteren neue Arten hinzu, die nur ihnen eigen sind. Die Anzahl der Arten, die beispielsweise aus der litoralen Zone in die continentale und abyssale hinabgehen, ist in den einzelnen Meeren verschieden. Nach Marenzeller ist im Mittelmeer ihre Zahl weit grösser als im atlantischen Ocean. Auch die Zahl der Arten aus der continentalen Zone, die die abyssale beleben, ist im Mittelmeer viel grösser, sodass die continentalen Arten über die abyssalen derart in der Mehrheit (12 gegen 1 Art!) sind, dass man von einer abyssalen Echinodermenfauna im Mittelmeer gar nicht sprechen kann, ein Resultat, zu dem auch Ludwig speciell für die Seesterne gekommen ist. Man kann nur, wenn man im Mittelmeer mit Ludwig in der 100 m-Linie eine Grenzlinie sieht, von 6 Arten des tiefen Wassers, die diese nicht überschreiten, die übrigen 18 die im niedrigen Wasser leben, unterscheiden.

Die grösste Tiefe, aus der Challenger Seesterne dredschte, beträgt 2900 Faden. Aus dieser Tiefe wurde *Freyella heroina* erbeutet. Die grösste Tiefe, aus welcher der Talisman und Travailleur Seesterne heraufbrachten, betrug 5005 m (*Crenaster semispinosus*).

F. Physiologie und Oecologie.

I. Function einzelner Organe und Organsysteme.

1. Die Haut.

Der Körper eines Seesterns besitzt einen Flimmerüberzug, der dafür sorgt, dass ununterbrochen, auch während der Ruhe, auf der Oberfläche eine Wassererneuerung stattfindet. So wird auch den Kiemenbläschen fortwährend neues Wasser zugeführt. An jungen Seesternen lässt sich leicht feststellen, dass die ganze Oberfläche wimpert; bei älteren Formen scheinen stellenweise die Wimpern verschwunden zu sein. Bei *Asterias* fand ich aber die Wimpern bei geeigneter Conservirung auch an ausgewachsenen geschlechtsreifen Exemplaren vor.

Einzelne Arten zeichnen sich durch eine geschmeidige, fleischige, selbst schleimige Oberfläche aus, die eine Folge der secretorischen Thätigkeit von Drüsenzellen ist (s. S. 506 f.). Hautdrüsen, wie sie bei *Echinaster sepositus* früher und *Cribrella oculata* jüngst durch Ludwig beschrieben worden sind, sind unzweifelhaft weiter verbreitet, als man jetzt annimmt. Lediglich die einer Untersuchung im Wege stehenden Schwierigkeiten haben ihr Bekanntwerden verhindert. Neuerdings beschreibt v. Marenzeller (Denkschr. Akad. Wien, Bd. 62) bei einer neuen Echinaster-Art von den Salomons-Inseln (*E. callosus*) Hautdrüsen, die weit in die Cutis hineinragen und mit denen der genannten Art grosse Aehnlichkeit besitzen. Dass einzelne Arten der Drüsenzellen, so die Cuénot'schen maulbeerförmigen Drüsen, zur Vertheidigung dienen, also kleinere Thiere durch ihr Secret zu lähmen oder zu töten vermögen, ist sehr wahrscheinlich. (Delle Chiaje 84, Cuénot, Ludwig.)

Die Seesterne sind unter allen wirbellosen Thieren die am besten bewehrten. Ihre feste durch Kalkplatten gestützte Haut mit Stacheln aller Art, Granula, Paxillen, Pedicellarien macht sie zu unangreifbaren Thieren. Dazu kommt noch, dass sie nach Parker (396) Gifte, Leucomaiin, produciren sollen, durch die der Tod kleiner Thiere, selbst Katzen, wie Versuche zeigten, verursacht werden kann.

Die chemische Zusammensetzung der Haut. Die organische Gerüstsubstanz der Asteridendecke ist nach Krukenberg ein Eiweisskörper, der sowohl von Pepsin wie von Trypsin zum grössten Theil verdaut wird. Weiter beschreibt Krukenberg einen Farbstoff, den er von *Astropecten aurantiacus* gewonnen hat, als Asterocyanin. Ueber das Pigment desselben Seesterns hat Heim (220) Untersuchungen angestellt, Die normale rothe Farbe ist ein Luteïn. Die violette Farbe, die diese Art oft annimmt, soll von einer Alge bedingt werden. Eine ausführliche Untersuchung über dieses Thema steht zur Zeit noch aus.

2. Das Nervensystem.

(Tast-, Geruch-, Geschmack- und Lichtempfindungen, Autotomie, Abwehr- und Fluchtbewegungen.)

Die Empfindungen der Seesterne beruhen auf besonderen Sinneswerkzeugen. Ueber die ganze Haut vertheilt sind Epithelsinneszellen, die bald einzeln, bald in Gruppen gestellt sind (Hamann 212), so in den Spitzen der Ambulacralfüsschen, die als Tastorgane functioniren. Als Tastorgane sind insbesondere die terminalen Fühler und Füsschen an den Spitzen der Arme anzusprechen. Der terminale Führer gleicht in seinem ausgestreckten Zustande einem Füsschen. Das Epithel ist ebenso verdickt, wie es sonst an den Spitzen der Ambulacralfüsschen der Fall ist. Die „Tastfüsschen", so nennen wir die in der Umgebung des terminalen Fühlers an der Spitze jeden Armes sich findenden Gebilde, besitzen keine Saugplatte; ihr Apikalende ist conisch zugespitzt. Auch fehlen ihnen, wie ich gezeigt habe, Kalkeinlagerungen. Die Nervenschicht ist in den Tastfüsschen weit stärker entwickelt als in den Saugfüsschen. Betrachtet man einen *Asterias* in Bewegung, so sieht man das Ende jeden Armes in die Höhe gekehrt, sodass der Augenwulst nach oben gewendet ist. Zugleich aber sind die Tastfüsschen in lebhafter Bewegung begriffen. Sie tasten im Wasser hin und her; falls sie an einem im Wege liegenden Gegenstand anstossen, wird derselbe nur immer von neuem betastet, ohne dass es aber zu einer Anhaftung käme. Sie dienen mithin nur als Tastorgane. Durch Nagel's*) Versuche ist es aber sehr wahrscheinlich geworden, dass die Tastfüsschen wie die Ambulacralfüsschen überhaupt, in besonders hervorragendem Maasse der Sitz eines Schmeckvermögens sind. Ihre Nervenapparate, die Epithelsinneszellen, sind Wechselsinnesorgane des chemischen und mechanischen Sinnes.

Prouho (437) hingegen erblickt in den Tastfüsschen Geruchsorgane. Der Geruch ist beim Aufsuchen der Nahrung nach diesem Forscher der leitende Sinn. Er bezeichnet die Tastfüsschen als „Palpen". Sie functioniren also in derselben Weise wie die Fühler der Käfer, eine Ansicht, die viel für sich hat.

In welch ausserordentlicher Weise der Tastsinn bei den Seesternen ausgebildet ist, das geht aus den weiter unten beschriebenen Bewegungen hervor, die zum weitaus grössten Theile durch periphere Erregung von Tastnerven (theils vom dorsalen Integument aus, theils von den Saugfüsschen her) veranlasst werden (Preyer 436).

Tiedemann (545) schrieb den Seesternen bereits Geschmackssinn zu. Er folgerte ihn aus der Art der Nahrungsaufnahme. Der Seestern stülpt seinen Magen hervor, wie wir in einem späteren Kapitel sehen

*) Vergleichend-physiologische und anatomische Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe, mit einleitenden Betrachtungen aus der allgemeinen vergleichenden Sinnesphysiologie, Heft 18, Bibliotheca zoologica, hgb. von Leuckart und Chun, 1894.

werden, sobald er auf Nahrungssuche geht, und prüft die ihn berührenden Dinge, indem er dann einzelne aufnimmt, andere nicht. Es muss ihm also ein Unterscheidungsvermögen zukommen. Ich meine, dass man den Sitz des Geschmacksvermögens in die Mundhaut verlegen muss, deren Sinnesepithelzellen mit ihren langen Cilien und dem basalen Nervenring eine solche Deutung geradezu herausfordern. (Vergl. Hamann, Asteriden, Taf. 6, Fig. 54).

Preyer (436) ist folgender Meinung. Die Wahl der zur Ernährung tauglichen Thiere und Thiertheile wird nach ihm jedenfalls viel mehr durch die Unterscheidung flüchtiger chemischer differenter Stoffe, d. h. durch einen Geruchssinn ermöglicht. Jedoch ist, fährt er fort, die Existenz specifischer Geschmacksnerven an der Mundöffnung nicht ausgeschlossen. Sie aber an der Spitze der Ambulacralfüsschen zu vermuthen scheint mir das Unwahrscheinlichste zu sein.

Einen gut ausgebildeten Geruchssinn schreibt Romanes (455) den Seesternen zu. Er experimentirte mit hungernden Seesternen (*Asterias rubens*), denen er ein bis zwei Zoll vom Ende des terminalen Fühlers ein Stück einer Krabbe vorhielt. Die Thiere bewegten sich in der Richtung der Nahrung und, indem Romanes die Nahrung fortzog, konnte er die Seesterne in jeder beliebigen Richtung sich bewegen lassen. Die Augen kommen hierbei nicht in Betracht, da auch amputirte Exemplare, ja selbst solche mit weiter gekürzten Radien dem Futter nachgingen. Er verlegt den Geruchssinn auf die ganze Länge der Bauchseite, da Krabbenstücke, die sie auf dem Rücken mit herumtragen, keinerlei Eindruck machten. Preyer prüfte diese Versuche an anderen Arten nach. Wenn er nicht konstante Resultate erhielt, so lag es daran, dass er die Thiere vorher nicht hatte hungern lassen.

Die Lichtempfindlichkeit der Seesterne hat zuerst Tiedemann (545) beobachtet. Er beschreibt, wie sie sich im belichteten Theile ihres halb bedeckten Behälters versammelten, und schloss, dass es die Haut sei, die lichtempfindlich sei. Durch Ehrenberg's Entdeckung der auf der Ventralseite des terminalen Fühlers gelegenen Augenflecke wurde es wahrscheinlich, dass diese das Licht allein empfinden können. Romanes (455) fand dementsprechend, dass geblendete *Asterias rubens* sich nicht wie die mit Augen versehenen, im helleren Theile ihres Aquariums ansammelten. Preyer konnte an den Seesternen des Mittelmeeres diese Funde bestätigen. Seine Versuche jedoch, die er zur Prüfung des Farbensinnes anstellte, hatten ein völlig negatives Resultat. Doch sind seine Versuche in diesem Punkte nicht erschöpfend. Dass die Seesterne lichtempfindliche Nerven besitzen, gilt für Preyer erwiesen, da die Richtung der Bewegung oft direct durch die Lichtempfindung bestimmt wird.

Loeb (Ueber Geotropismus bei Thieren, Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 49, 1891) ist der Meinung, es genüge zur Erklärung einzelner Bewegungen der Seesterne, wie beispielsweise des Dranges nach der Lichtquelle, die Annahme eines negativen Geotropismus oder positiven Helio-

tropismus. Ich gehe hier auf diese Ansichten nicht weiter ein, da sie durch Verworn (Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 50, S. 423—472) treffend zurückgewiesen worden sind. Durch Annahme des Geotropismus u. s. w. ist nur der äussere Erfolg des Reizes bezeichnet, der specielle Mechanismus und der psychische Act dabei muss in jedem Falle genau untersucht werden.

Ueber den Gehörsinn wissen wir nichts. Ein besonderes Organ ist nicht bekannt geworden. Die Seesterne werden daher die Schallreize vermuthlich nur als Erschütterung empfinden (Preyer). —

In welcher Weise sind die Seesterne gegen chemische und mechanische Reize empfindlich? Auch diese Frage hat Preyer durch eine grosse Zahl von Versuchen zu lösen versucht. Aus seinen mannigfachen Versuchen geht hervor, dass die auf Berührung, Erwärmung, auf einige chemische Reize ähnlich reagiren wie auf elektrische.

Berührt man die ausgestreckten Saugfüsschen, so entleeren sie aus ihren Höhlungen durch Contraction der Muskelfasern ihrer Wandung das Wasser in die Ampullen, wogegen auf Reizung der Ampullen ihre Entleerung in die Saugfüsschen stattfindet (Tiedemann). Diese Retraction erfolgt nach jeder leisen Berührung und zeigt ihr Ausbleiben einen abnormen Zustand, Absterben, Erschöpfung, Vergiftung an. Nach chemischer Reizung, etwa durch ein Minimum von Säure oder destillirtes Wasser erfolgt ebenfalls diese locale Retraction. Dasselbe ist der Fall nach Einwirkung einzelner Gifte, wie Nicotin, Alkohol, Chloroform.

Jeder ventrale oder dorsale Reiz verursacht nach Preyer stets die Einziehung der Füsschen, niemals aber das Ausstrecken. Nur wenn ein localer dorsaler Reiz irradiirt, so ist stets eine allgemeine Ausstreckung vom Centrum aus die Folge, niemals ein Einziehen. Preyer nennt diesen Satz das Gesetz der ambulacralen Bewegung.

Die Autotomie. Eine räthselhafte Erscheinung ist die Selbstamputation des Armes oder eines Theilstückes eines solchen seitens des Seesternes. Preyer erzählt, wie er einen *Asterias glacialis* in die Hand genommen hatte ohne ihn zu drücken, und wie das Thier, fortkroch und dabei einen Arm zurücklies. Erwärmt man diese Seesterne im Meerwasser über 34^0 hinaus, so brechen die Arme schon beim Anfassen leicht ab. Bindet man einen *Asterias* an Gläser unter Wasser fest, so tritt die Selbstamputation nach einigen Tagen ein. Bei *Luidia ciliaris* kann man durch Reizung einer beliebigen Stelle der Rückenhaut eines seiner sieben Strahlen die Ablösung des distalen Stückes von der Reizstelle an herbeiführen, „während es sehr schwer und in der gleichen Zeit oft unmöglich ist, ohne Instrumente mit den Händen allein einen ebensolchen Strahl so glatt abzubrechen“ (Preyer).

Abwehrbewegungen. Romanes u. Ewart (455) haben bei *Asterias* beobachtet, wie nach dorsaler Reizung eines Strahles der Seestern mit dem Nachbarstrahl darüber hinfahre, als wenn er etwas abwischen wollte, eine Beobachtung, die Preyer anzweifelt.

Fluchtbewegungen. Nach künstlicher, starker Reizung treten regelmässig Fluchtbewegungen ein, selbst nach einem Schnitt durch einen Radius fliehen die Thiere nach Romanes u. Ewart in gerader Linie, nach Reizung zweier Stellen in der Diagonale. Preyer konnte diese Angaben nicht bestätigen, er sah sogar einen *Asterias glacialis* sich nach der Reizstelle bewegen. Isolirte Radien kriechen in der Regel fort von der Reizgegend. Weiter stellte Preyer Versuche an, die ergeben sollten, ob Seesterne sich aus ungewöhnlichen, von ihnen niemals erlebten Situationen befreien könnten, und bejaht diese Frage. Es würde zu weit führen, auf alle diese Versuche einzugehen; nur so viel sei bemerkt, dass Preyer den Boden des Thatsächlichen verlässt, wenn er auf Grund aller seiner Versuche den Seesternen Ueberlegung und Intelligenz zuschreibt, die Fluchtbewegungen gar als bewusste ansieht, während wir es mit echten Reflexbewegungen zu thun haben.

Die Einwirkung verschiedener Gifte. Durch Vulpian (564), Steiner, Preyer (436), Stassano (Mém. Soc. Biol., Paris 1883), Danilewsky (Pflüger's Arch. f. Physiol. Bd. 51, 1892), Demoor und Chapeaux (108) u. A. wurden Versuche über die Einwirkung von Giften auf lebende Seesterne unternommen. Gegen Curare, das ihnen in ziemlicher Menge injicirt worden war, waren sie ziemlich lange unempfindlich. Das Vermögen der Selbstwendung blieb ihnen noch stundenlang erhalten. Selbst in Curarelösungen gebracht, verminderten sich die Bewegungen der Saugfüsschen nicht erheblich. Aehnliches gilt von Blausäure. Entgegengesetzt verhielten sie sich gegen Nicotin. Die Füsschen werden contrahirt und es kommt zu keiner Selbstwendung. Auch gegen Chloroform sind sie ungemein empfindlich, erholen sich aber in frisches Meerwasser gebracht bald von der Chloroformnarkose (Preyer). Im Süsswasser tritt eine Starre ein; in wenigen Augenblicken verlieren sie das Vermögen sich zu wenden und die Füsschen zu strecken. Nach 10 Minuten (*Asterias glacialis*) war auch die mechanische Reizbarkeit erloschen. Jetzt in Seewasser gelegt, versuchte sich *Asterias* zu wenden und erholte sich binnen 12 Stunden vollständig. Eine gleiche Empfindlichkeit besitzen Seesterne gegen Temperaturerhöhungen (Preyer, Demoor u. Chapeaux).

3. Die Bewegungen.

(Ortswechsel, Kriechen, Klettern, Anheftung, Selbstwendung.)

Die Seesterne bewegen sich langsam vermittels ihrer Ambulacral- oder Saugfüsschen nur auf fester Unterlage fort, dabei auf die oft eingekrümmten Arme gestützt. Die Saugfüsschen können sich sehr verlängern und am Boden, Felsen, an beweglichen festen Körpern im Wasser ansaugen.

Der Act des Ansaugens beginnt mit einer Streckung des Füsschens, indem die Endplatte mit dem muskelfreien Ringwulst gegen die Wand gedrückt wird. Dies geschieht durch die Füllung des Füsschencanales

vom Wassergefäss aus. Jetzt zieht sich durch Contraction der Längsmuskelfasern, die den centralen Canal umfassen, die Endplatte (Saugplatte) zurück, während der überstehende Rand luftdicht an der Wand haften bleiben muss, da er nicht mit zurückgezogen wird, während die Platte wie ein Stempel in einer Spritze zurückgeht und der Wasserdruck sammt dem Luftdruck von aussen auf das Füsschen wirkt. So ist ein kleiner luftleerer oder luftverdünnter mit Wasserdampf erfüllter Raum am Ende des Saugfüsschens, im Centrum der Saugplatte, entstanden. Die Ansaugung ist so fest, dass bei einer gewaltsamen Loslösung des Thieres von der Haftfläche die Füsschen statt sich zu lösen, zerreissen. Die Loslösung kommt dadurch zu Stande, dass Wasser vom radialen Wassergefäss aus in die Füsschen (vermittels der Ampulle) getrieben wird, sodass durch den inneren Druck der äussere Druck compensirt wird, der leere Raum verschwinden muss und die Saugplatte nicht mehr adhäriren kann (Preyer).

Eine andere Frage ist die, wie heften sich diejenigen Arten an, deren Ambulacralfüsschen nicht mit einer Platte versehen sind, sondern ein kegelförmig zugespitztes Ende besitzen. Hierher gehört *Astropecten*. Solche Seesterne kommen im freien Leben kaum in die Lage sich festzusaugen. Die genannte Gattung lebt im Meere auf sandigem Boden. Die Füsschen sind zugespitzt, damit sich der Seestern in den Sand bohren kann. Die Frage also, ob er sich mit dem spitzen Ende des Füsschens festsauge, oder ob er die Füsschenspitze seitlich anlege, ist dahin zu beantworten, dass er normaler Weise weder das eine noch das andere thut. Im Aquarium bewegt er sich wie auf Stelzen, aber zum Ansaugen kommt es nicht, und will er an der Glaswand hinaufklettern, so stürzt er unfehlbar herab.

Das Kriechen und Klettern. Die Seesterne mit echten Saugfüsschen vermögen nicht nur auf horizontalen Flächen sich nach allen Richtungen zu bewegen, sie sind auch im Stande verticale Flächen hinaufzukriechen. Wie Tiedemann (545) genau geschildert hat, geht die Fortbewegung in der Weise vor sich, dass die Füsschen in der Richtung der Ortsveränderung vorgestreckt werden, sich festsaugen und den Körper durch ihre Contraction nach sich ziehen. Dabei wechselt Einziehen und Wiederausstrecken der einzelnen Füsschen ununterbrochen ab. Hierdurch bewegen sie sich ziemlich schnell. Nach Romanes und Ewart legt ein *Astropecten aurantiacus* in einer Minute 30—60 cm zurück. Bei dieser Art ist die Bewegung eine andere als bei den mit Saugfüsschen versehenen Arten. Sie geht wie auf Stelzen, indem das Ansaugen an den Boden und damit das Nachziehen des Körpers wegen der Rückbildung oder mangelhaften Ausbildung des Saugapparates der Füsschen durch ein Heben und — nach der plötzlichen Entleerung und Einziehung der letzteren eintretendes — jähes Niedergehen des ganzen Thieres ersetzt wird (Preyer). Andere Arten, wie *Asterias rubens*, kriechen in einer Minute 5—8 cm. An verticaler Glaswand legte eine grosse *Asterias*

glacialis in horizontaler Richtung über 10 cm in einer Minute zurück. Am langsamsten bewegen sich diejenigen Arten, deren Arme mehr oder weniger mit der Scheibe verbunden sind, wie *Asterina, Palmipes.* — Abgetrennte Arme kriechen und klettern noch tagelang vor- oder rückwärts, aber immer ziellos, es ist also zum Umherkriechen der centrale Nervenring nicht nothwendig. Ist jedoch ein Stück von ihm am losgelösten Arm vorhanden, so erfolgen die Bewegungen wie bei einem intacten Individuum, da der Schlundring die Coordination der Bewegungen bedingt (Preyer). Beim Klettern sollen sich nach Romanes und Ewart (455) die Pedicellarien betheiligen. Jedenfalls ist dies aber nicht ihre Hauptfunction.

Die Selbstwendung. Legt man Seesterne auf den Rücken, so drehen sie sich mit Hilfe ihrer Füsschen um, und zwar mit dem einen Arme beginnend, in etwa $^1/_2$—1 Minute (*Asterias rubens*). Auch Fragmente von Armen, oder ganze Arme, besitzen dieses Vermögen der Selbstwendung. Ebenso wenden sich die Individuen nach Ausschaltung einzelner Armabschnitte. Wird jedoch vom Munde aus der Nervenring fünfmal (*Astropecten*) durchschnitten, dann verliert das Thier nach Vulpian, Romanes und Ewart dieses Vermögen, nach Preyer soll es aber auch jetzt noch erhalten bleiben. *Astropecten* kann sich auch ohne Betheiligung seiner Füsschen wenden, indem, wie Romanes und Ewart beschreiben, sich seine Scheibe hebt, auf den Spitzen von 3—4 Armen ruht und nun, zwei unterschlagend, die frei gehaltenen oben herumwirft (vergl. Preyer). Aus den Untersuchungen der verschiedenen Forscher geht hervor, dass bei den Seesternen jeder Theil, sei er peripher, sei er central gelegen (Stücke des Armes, Scheibe allein), das Selbstwendungsvermögen besitzt und nach der Isolirung bethätigt. Dieser Satz gilt aber, wohlgemerkt, nur für die *Asteriden*, nicht aber für die *Ophiuren* und andere Echinodermen!

4. Das Wassergefässsystem.

(Locomotorische, respiratorische Function.)

Da das Wassergefässsystem in engster Beziehung zur Bewegung steht, schliessen wir es hier an. Seine Function ist in erster Linie, die Ambulacralfüsschen mit Flüssigkeit zu versorgen; es dient also der Bewegung.

Die Frage, ob durch die Madreporenplatte und den Steincanal Wasser eingeführt werde, oder ob durch diese Organe Flüssigkeit nach aussen geführt werde, ist merkwürdiger Weise verschieden beantwortet worden. Hartog (216) hat zu verschiedenen Malen betont, dass die Function beider excretorisch sei, der Flüssigkeitsstrom bewege sich von innen nach aussen und das Madreporalsystem sei homolog einem Nephridium, eine Ansicht, der alle übrigen Echinodermenforscher jedoch widersprechen, so Perrier, Prouho, Cuénot und Ludwig. Ludwig wies experimentell nach, dass die Strömung sich in den Porencanälchen der Madreporenplatte

und im Steincanal von aussen nach innen bewege, und dass durch die Wimperhaare der Wandungszellen ein Strom in dieser Richtung erhalten werde. Diesen Ausführungen hat sich Cuénot (96, 99) vollständig angeschlossen.

Diesen Ansichten gegenüber, denen beizupflichten ist, möchte ich aber eins betonen: die Zellenauskleidung des Steincanales besteht keineswegs aus gleichgrossen Zellen. Wie ich früher (212) zeigte, kommen neben den langen Wimperzellen niedrige Zellen vor, die besonders die Schneckenwindungen, die in das Lumen des Steincanales hineinragen, besetzen. Ich nehme deshalb wie früher an, dass neben der Strömung nach innen auch eine solche nach aussen statt hat. Wo sollte auch das fortwährend eingeführte Wasser schliesslich bleiben! Es ist deshalb wahrscheinlich, dass die Inhaltsflüssigkeit des Wassergefässsystems auf demselben Wege, wie sie eingeführt wird, auch wieder ihren Ausweg findet, und dass somit ein Theil der Poren der Madreporenplatte als ausführende anzusehen ist. Das wird noch wahrscheinlicher, wenn wir bedenken, dass einzelne peripher gelegene Poren mit dem schlauchförmigen Canal in Verbindung stehen (vergl. oben S. 653). Wenn man aber dem Wassergefässsystem eine zweite Function, nämlich eine respiratorische, zuschreibt, so wird die eben ausgesprochene Ansicht noch wahrscheinlicher, denn fortwährende Erneuerung des der Athmung dienenden Wassers ist doch nur möglich, wenn eine der Einfuhr entsprechende Ausfuhr besteht.

Die Tiedemann'schen Drüsen und die Poli'schen Blasen.

Die ersteren sind Anhangsorgane des Wassergefässringes, in den sie münden. In den Hohlräumen des lappigen Organes trifft man Wanderzellen zu Packeten zusammengeballt, die oft das ganze Lumen ausfüllen. Cuénot sieht daher in diesen Drüsen ebenso wie in den Poli'schen Blasen Lymphorgane. Die Erzeugung der Wanderzellen findet in diesen Drüsen statt, indem sich Zellen des die Hohlräume auskleidenden Epithels loslösen. Kowalevsky (267) erklärte die Tiedemann'schen Körper für Excretionsorgane, da die Inhaltszellen in das Wassergefässsystem injicirtes Carmin aufgenommen hatten. Das thun aber die Wanderzellen überhaupt.

5. Athmungs- und Excretionsorgane.

Dem Wassergefässsystem schrieben wir bereits eine respiratorische Function zu. Es kommt ihm in dritter Linie auch eine excretorische Function zu. Eigentliche excretorische Organe, Nieren, besitzen die Asteriden nicht. Als die Hauptorgane der Respiration haben wir die Kiemenbläschen oder Hautkiemen (papulae) anzusehen, die allein bei *Brisinga* zu fehlen scheinen. In diesen kleinen Blindsäcken, die Fortsetzungen der Leibeshöhle sind, kreist die Cölomflüssigkeit mit ihren Zellen, die durch die Wimpern der Cölomzellen in fortwährender Be-

wegung erhalten werden. Eine weit geringere Bedeutung für die Respiration haben die Ambulacralfüsschen, deshalb wurde auch oben diese ihre Nebenfunction nicht mit erwähnt, sondern sie nur als Bewegungs- und Sinnesorgane geschildert. An dieser Stelle müssen die Inhaltszellen der verschiedenen Hohlräume und Organe genannt werden, denen nach Durham (120, 122), Cuénot (97) und Chapeaux (Bull. Acad. R. de Belgique, Année 63, 1893) die Function von Excretionsorganen zukommt. Durham injicirte in die Leibeshöhlenflüssigkeit von Seesternen kleine unlösliche Partikelchen von Farbstoffen und fand, wie Kowalevsky (267), dass die Wanderzellen diese aufnehmen; aber noch mehr, die Zellen, die sich mit ihnen beladen hatten, befördern diese Partikelchen in der Weise aus dem Körper nach aussen, dass sie in den Kiemenbläschen (papulae) angekommen deren Wand durchsetzen und so auswandern. Ebenso nehmen sie unbrauchbare Gewebsstücke des Körpers auf. Nach Chapeaux wandern diese Amöbocyten auch durch die Poren der Madreporenplatte nach aussen. Der Schluss, dass diese Zellen nach Art der Phagocyten functioniren und den Mangel einer Niere ersetzen, ist nach diesen Beobachtungen nicht von der Hand zu weisen.

6. Ernährung.

(Darmsystem, Nahrungsaufnahme, Lymphsystem, axiale Drüse, Wanderzellen.)

Im Darmtractus kann man folgende Abschnitte unterscheiden: den Schlund, Magendarm mit den Blindsäcken und das Rectum, das ebenfalls kleine Blindsäcke besitzen kann und durch einen After, der fehlen kann, (*Astropectiniden*) nach aussen mündet.

Die Nahrungsaufnahme der Seesterne ist ausführlich wohl zuerst von Deslongchamps (110) beobachtet worden. Er berichtet, dass sie einen giftigen Saft absondern, der die Schliessmuskeln der Auster lähme und sie zum Aufklappen ihrer Schale bringe. Er erzählt, wie er oft mehrere Individuen von *Asterias violacea* antraf, die mit den Armen ineinander geflochten waren und eine tote *Mactra stultorum* in ihrer Mitte hielten. Sie sassen alle mit dem Munde auf dem schwach geöffneten Rande der Schale und senkten aus der Nähe ihres Mundes fünf gestielte dünnwandige Bläschen dazwischen (offenbar sind Theile des hervorgestülpten Magens gemeint), aus deren durchbohrtem Ende eine zersetzende Flüssigkeit tropfenweise hervordrang und das Weichthier rasch auflöste. Andere Forscher, so Mac Andrew und Barrett (322), sahen, wie *Asterias* zwischen seinen Strahlen eine grosse *Litorina* festhielt und seinen Magen, den er ausgestülpt hatte, bis ins hinterste Ende des Schalengewindes hineinschob.

Asterias rubens verfährt beim Fressen folgendermaassen: Er bringt sich eine Muschel nach Hamann (212) vermittelst der Füsschen und Stacheln der ventralen Körperfläche in die Nähe der Mundöffnung, sodass

die Innenfläche des Magens mit ihren grossen flaschenförmigen Drüsenzellen nach aussen zu liegen kommt. Die Muschel wird vom ausgestülpten Magendarm umfasst und gelangt jetzt tief in die Mundöffnung hinein. Dabei ist die Längsaxe der Muschel senkrecht zur Bauchfläche des Seesterns gestellt. Die Muschel wird jetzt von einer klebrigen Flüssigkeit umhüllt, eingespeichelt und öffnet bald ihren Schliessmuskel. Sie wird vollständig ausgesaugt, indem sie tiefer in den Darm hinein gelangt. Später zieht sich der Magendarm zurück und giebt die leeren Schalen frei. Anders geht die Aufnahme beispielsweise bei *Astropecten* vor sich. *A. aurantiacus* schluckt kleinere Muscheln in den Darm und man findet diesen oft prall angefüllt von ihnen, sodass durch die Masse der Muscheln die Rückenfläche des Thieres emporgewölbt wird. Solche Exemplare erhielt ich oft in Neapel.

Alle diejenigen Arten von Seesternen, bei denen die Scheibe stark ausgebildet ist und die Arme in Folge dessen eine geringere Biegsamkeit besitzen, ernähren sich auf die geschilderte Weise, dass sie die Muscheln und Schnecken lebend in ihren Magen befördern, und sobald die Thiere ihre Schalen — halb erstickt — öffnen, ihren Inhalt verdauen.

Anders ist es nach den schönen Beobachtungen von Schiemenz (Mittheilungen des Deutschen Seefischervereins, Bd. 12, 1896, S. 102). Allen Seesternen, deren Scheibe klein ist, sodass ihren Armen eine grosse Beweglichkeit geblieben ist, die daher mehr herumklettern, an felsigen Partien mit Vorliebe leben, schreibt er folgende Art der Nahrungsaufnahme zu. Sie öffnen die Muscheln mit ihren Füsschen, da es bei ihnen ausgeschlossen ist, dass sie die oft grossen Muscheln in ihre kleine Mundöffnung hineinbringen können. Der Vorgang der Oeffnung der Muschelschalen ist folgender. Zunächst bringt der Seestern die Muschel, etwa eine nicht festsitzende Venus, mit Hülfe seiner Füsschen an den Mund, dreht sie hier so um, dass das Schloss der Unterlage, der Schalenrand gerade dem Munde des Seesterns zugekehrt wird. Während dies geschieht erhebt er seinen Körper, oder besser wölbt ihn über der Muschel und bringt seine Saugfüsschen in der Weise an, dass die eine Hälfte an der einen Schale, die andere an der anderen sich anheftet. Indem auf beide Schalen ein entgegengesetzter Druck ausgeübt wird, öffnet sich endlich die Muschel. Dann stülpt er seinen Magen über die Muschel oder Schnecke, umhüllt sie damit und dringt in ihr Gehäuse ein. Ein mittelgrosser Seestern öffnet eine Venus in 15—20 Minuten, die Verdauung ist in $8^1/_2$ Stunden (Venus von 3,7 cm Länge) vollendet, zur Verdauung einer Auster von $2^1/_2$ cm Durchmesser braucht ein mittelgrosser *A. glacialis* 4 Stunden.

Unzweifelhaft ist dieser von Schiemenz zuerst beobachtete Vorgang der Nahrungsaufnahme weit verbreitet neben dem für *Astropecten* gültigen und wird das Oeffnen der Schale mit Gewalt in allen Fällen, wo es sich um grosse Nahrungsthiere handelt, stattfinden, während kleine Muscheln, wie ich für *A. rubens* zeigte, auf die oben geschilderte Weise ihre

Beute bewältigen werden. Bei allen Seesternen mit kegelförmig zugespitzten Ambulacralfüsschen ist diese Art der Nahrungsaufnahme unmöglich, da sie eines Saugnapfes entbehren und die Spitze keinen Zug auszuüben vermag.

Die Verdauung findet im Magendarm statt, dessen Drüsenzellen das verdauende Secret absondern, in dem ein peptisches und tryptisches Enzym vorhanden ist. (Fréderiq, 151.) Nach den Untersuchungen von Griffiths (191) und Chapeaux (Bull. de l'Acad., R. des Sciences de Belgique, Année 63, 1893, S. 227) secernirt die Schlund- und Magenwandung Fermente, die Fibrin und Stärke umwandeln, ersteres in Pepton, letztere in Glycose. So entsteht eine Fettemulsion.

Die fünf Paar radiären Blindsäcke des Magens, in denen nach Griffiths Harnsäure vorkommen sollte, sondern nach Stone (American Naturalist, Vol. 31, 1897, S. 1035) ebenfalls ein dem Trypsin nahestehendes Ferment ab, ferner ein diastatisches und ein Fett zerlegendes; Glycogen fehlt jedoch (vergl. Krukenberg, Unters. phys. Inst. Heidelberg, Bd. 2).

Nach Chapeaux dringen die feinen Fetttröpfchen der Emulsion durch die Wand der Blindsäcke, um so in die Leibeshöhle zu gelangen, wie durch Experimente festgestellt wurde. In der Leibeshöhle, die von einer Flüssigkeit erfüllt ist, die aus Meerwasser, in dem wenig Albumin gelöst ist, besteht, bemächtigen sich ihrer die Amöbocyten, die Wanderzellen und lösen sie in ihrer Zellsubstanz auf. Weiter stellte dieser Forscher fest, dass die Wanderzellen auf Pepton keinerlei Wirkung ausüben. Selbst das in die Leibeshöhle injicirte Pepton war nach 13 Stunden noch nicht verändert, sodass der Schluss nahe liegt, dass die Drüsenzellen der Darmwand nicht nur secerniren, sondern auch das Pepton in einen löslichen Eiweisskörper umwandeln, der in die Ernährungsflüssigkeit gelangt, indem die Wanderzellen sich seiner bemächtigen und ihn in die Gewebe hineintransportiren, wo er in der Bindesubstanz der Kalkkörper, soweit sie durch die Zellen, die mit einander anastomosiren, gebildet wird, aufbewahrt wird. So erklärt es sich (Cuénot), wie die Seesterne lange Zeit ohne jede Nahrung leben und selbst dann noch ihre in Verlust gerathenen Glieder ersetzen können. Andererseits nehmen die Wanderzellen hier die Producte des Stoffwechsels auf, und bringen sie entweder in die Leibeshöhlenflüssigkeit (?) oder schaffen sie nach aussen in der von Durham beschriebenen Weise, oder aber sie wandern durch die Madreporenplatte aus.

Den wenig entwickelten Darmlakunen kommt nur eine untergeordnete Bedeutung zu. In jedem Fall haben wir sie aber als absorbirende Organe anzusehen, da ihre Flüssigkeit an Eiweissstoffen reicher ist, als die der Leibeshöhle und Wanderzellen sich in ihnen in besonders grosser Zahl finden. Während früher das Vorkommen von Blutlakunen überhaupt geleugnet wurde, hat sich Cuénot jetzt von ihrem Vorhandensein überzeugt. Er fand an den radialen Blinddärmen zwei Lakunen und eine pentagonale Lakune am Magen bei *Asterias rubens* und *Asterina gibbosa*. (Compt. rend. Acad. Paris 1896.)

Ich habe anstatt Blutgefässsystem den Namen Lakunensystem, da es sich bei allen Echinodermen um Lücken und Spalten in der Bindesubstanz handelt, vorgeschlagen und finde ihn den Thatsachen am meisten entsprechend. Einen besonderen Namen, wie Cuénot will, für die Schizocölräume, Lakunen und das Cölom im weitesten Sinne aufzustellen — er spricht von cavités d'irrigation —, halte ich nicht für nöthig.

Ueber die Nahrung, die der Seestern zu sich nimmt, sei der Vollständigkeit wegen erwähnt, dass er ausser Austern und Schnecken, wie *Dentalium*, *Chiton*, *Litorina*, *Terebra*, *Strombus*, *Murex*, *Mytilus*, *Tellina*, *Cardium*, *Venus*, *Donax* u. a., selbst Fische oder gar seine eigenen Verwandten wie *Spatangen* oder selbst andere Seesterne angreift. Schiemenz (a. a. O.) beobachtete, wie zwei *Asterias* einen Seeigel angriffen und der eine mittels seines vorgestülpten Magens zwischen den Stacheln dessen Haut verdaute, während der zweite auf dieselbe Weise sich bis an die Mundöffnung eine Strasse wegverdaut hatte und schliesslich trotz der kräftigen Zähne seinen Magen in ihn hineinstülpte und so sein Opfer wie eine Auster aussaugte. Den Austerbänken fügen Seesterne einen enormen Schaden zu. (Möbius, Sitz. Ber. Akad. Wiss. Berlin, 1893.) Nach Collins (Bull. U. St. Fish Commiss. Vol. 9, for 1889) soll der Schaden, den sie allein auf den Austerbänken von Connecticut anrichten, für die Jahre 1887—1889 463,600, 631,500, 412,250 Dollars betragen haben. Die Gefrässigkeit der Seesterne überhaupt ist unglaublich gross. So fand ich (212) einmal im Magendarm eines *Astropecten* 10 *Pecten*, 6 *Tellina*, etliche *Conus* und 5 *Dentalium!*

Das Axialorgan (ovoide Drüse) im sogenannten schlauchförmigen Canal wird von den meisten Zoologen für eine lymphoide Drüse gehalten, in der die Wanderzellen, Amöbocyten, entstehen. Andere hielten es für ein Excretionsorgan, eine Ansicht, die jetzt widerlegt scheint.

II. Vorkommen, Lebensweise und Lebensdauer.

Wohl überall im Meere, in allen Tiefen, auf Sand oder Stein und Felsen leben Seesterne. Unter Berücksichtigung ihrer Organisation kann man oft ihr Vorkommen voraussagen. Thiere mit gut ausgebildeten Saugnäpfen an den Ambulacralfüsschen bevorzugen festen Untergrund, Klippen, Riffe u. s. w., solche mit Füsschen ohne Saugnapf bevölkern den sandigen Meeresgrund. Durchmustert man beispielsweise die Uebersicht der *Asteroidea*, die Meissner und Collin im 1. Band der Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen (Kiel und Leipzig, 1896) gegeben haben, so trifft man für *Astropecten* als Grund meist Schlick, Sand mit Muscheln, feinen oder groben Sand angegeben, während sich bei der Gattung *Asterias* Riffgrund, Felswand neben Sand verzeichnet findet. Ludwig (Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Monographie 24, Seesterne, 1897) betont, dass die Astropecten-Arten, *Luidia*, *Plutonaster*, *Brisinga coronata*, *Asterias edmundi* und *richardi* Schlammliebhaber seien, das heisst eine weiche Unterlage lieben. Nach Schiemenz hält sich *Astropecten bispi-*

nosus mit Vorliebe an Meeresstellen auf, wo der Grund aus mehr oder minder tiefem Sand besteht, in welchem er eingegraben seiner Beute nachgeht. Dementsprechend sind seine Füsschen auch zum Schreiten und Eingraben in den Sand, nicht zum Festsaugen eingerichtet. Felsigen, harten Boden lieben nach Ludwig (l. c.) von mittelländischen Arten *Palmipes membranaceus*, *Asterina gibbosa*, *Hacelia attenuata*, *Ophidiaster ophidianus*, *Echinaster sepositus*, *Asterias tenuispina* und *glacialis*.

Man trifft einzelne Arten zu verschiedenen Jahreszeiten an verschiedenen Stellen an. *Echinaster sepositus* lebt nach Graeffe (171) in gewissen Zeitperioden des Frühjahrs an den Felswänden und Höhlen der Inseln bei Rovigno, während er sonst nur vereinzelt in grösseren Tiefen vorgefunden wird. Diese Wanderungen hängen offenbar mit der Ablegung der Geschlechtsproducte zusammen. Im allgemeinen scheinen die Seesterne aber besondere Standorte einzuhalten.

In der Gefangenschaft können viele Arten gehalten werden. Einzelne, wie *Asterina gibbosa*, legen sogar im Aquarium ihre Eier an die Wandungen ab, wo sie sich entwickeln.

Ueber die Lebensdauer der Seesterne wissen wir wenig. Dass die grossen Arten viele Jahre brauchen, um heranzuwachsen, ist wohl ohne weiteres anzunehmen. Aber auch die kleinen Arten, beispielsweise *Asterias rubens* der Ostsee, müssen eine grosse Lebensdauer besitzen. Zur Jahreszeit, wo Larven bei Kiel gefangen wurden, fischte ich zwischen Seetang *Asterien* von kaum 1 cm Länge, die zu erreichen ein volles Jahr nöthig gewesen war. Die Geschlechtsreife erreicht diese Art wohl sicher nicht vor dem fünften Jahre.

III. Feinde. Schutzeinrichtungen.

Die Seesterne haben, wie überhaupt die Echinodermen, kaum Feinde. Nur im Larvenzustande und im ersten Lebensjahre mögen sie als Nahrung dienen, in späteren Jahren scheinen sie aber, wie auch Graeffe (171) angiebt, ohne Feinde zu sein. Ihr kalkiger, stacheliger Leib macht sie ungeniessbar, dazu kommt vielleicht noch, dass einzelne Arten (s. o. Haut) direct giftig wirken, oder aber, dass ihr widerlicher Geruch, der vielen Arten eigen ist, sie schützt. Als Schutzeinrichtungen könnte man vielleicht die schreienden gelben, rothen Farben deuten, die vielen eigen sind. Weiter ist die Fähigkeit, festgehaltene Theile der Arme abzuschnüren, eine Schutzeinrichtung.

Hier sei auch auf die leuchtenden Arten hingewiesen. Asbjoernssen entdeckte im Jahre 1853 an der Küste Norwegens im Hardangerfjord in abyssischer Tiefe einen neuen Seestern, dessen Scheibe und Arme Licht ausstrahlten. „Wenn dieses Thier vollständig und unverletzt ist, wie ich es ein- oder zweimal, während es noch in der Dredge unter Wasser war, gesehen habe, so ist es von einem einzigen Glanze; es ist eine leibhafte gloria maris.“ *Brisinga* wurde das Thier nach dem glänzenden Kleinod der Göttin Freya genannt. Jetzt kennen wir mehrere Arten

dieser Gattung (s. Systematik). Die von Perrier (Talisman) gefundenen Gattungen *Odinia* und *Freyella*, nahe Verwandte der *Brisinga*, leuchten wahrscheinlich ebenfalls. Auch diese Thiere leben nur in Tiefen von 800—1500 m. Jedenfalls kommt noch anderen Seesternen dieses Leuchtvermögen zu. Doch ist Sicheres nicht bekannt. Ebensowenig sind wir über die Entstehung des Lichts im Klaren. Auch über den Nutzen, der diesen Thieren durch ihr Leuchten erwächst, können wir nur Vermuthungen anstellen. Vielleicht ist das Leuchten ein Lockmittel für Thiere, die ihnen zur Nahrung dienen, oder aber ein Schutzmittel zur Abhaltung der Feinde. (Vergl. Gadeau de Kerville, Die leuchtenden Thiere und Pflanzen, Leipzig 1893.)

IV. Abnormitäten.

Dass Thiere, die ein so ausgezeichnetes Regenerationsvermögen haben, wie die Seesterne, viele Abnormitäten zeigen, ist von vornherein anzunehmen. Die Zahl der Arme ist sehr variabel. *Asterias rubens* und *glacialis* zeigen nicht selten statt 5 Arme, deren 6 oder 7, oder 4. *Asterina gibbosa* kann 4—6 Arme besitzen, *Porania* nur 4 Arme. Die Zahl dieser Variationen, von denen hier nur wenige nach Bateson (Materials for Study of Variation treated with especial regard to Discontinuity in the Origin of Species, London 1894) angegeben sind, ist Legion.

Arme können an der Spitze gegabelt sein. Aus früherer Zeit seien die folgenden Angaben hervorgehoben. Linck (284) bildet einen Seestern mit einem gegabelten Arm und gegabelter Ambulacralfurche ab. Bei Albertus Seba (485) findet sich ebenfalls ein solcher Seestern abgebildet. Weiter beschreibt Walch (567) einen solchen, bei dem der eine Strahl der Länge herab in zwei Aeste ausging. Giebel (161) schildert einen *Asterias rubens* mit einem gegabelten Arm, Gray (178) eine *Nardoa Agasizii*, Lütken *Oreaster gigas*, *Astropecten aurantiacus* mit gegabelten Armen. Sars (464) beobachtete bei *Brisinga*, Perrier (399) bei *Luidia maculata*, Giard (159) bei *Asterias rubens*, Viguier (561) bei einer nicht näher bezeichneten Art von *Asterias*, Loriol (294) bei *Archaster angulatus*, *Linckia multifora*, *Scytaster variolatus*, *Astropecten Hemprichti* Arme mit Bifurcationen. Hieran schliessen sich die Angaben von Sarasin (462), über Dichotomie von Armen bei *Linckia multifora*, und die Beschreibung von Fällen, wo aus dem Stummel eines abgeworfenen Armes drei oder gar vier Aeste hervorgesprosst waren. Ein interessantes Exemplar von *Porania pulvillus* beschreibt Herdman (227). Auch die Ambulacralfurche ist gegabelt, ja der eine Ast theilt sich nochmals, um sich wieder zu vereinigen. Einen zweitheiligen Arm von *Astropecten irregularis*, den er für polymeletisch hält, bildet Horst (236) ab.

Einzelne Arme können verwachsen sein. Braun (71) beschreibt eine vierstrahlige *Asterina gibbosa* bei der 2 von ihren 5 Strahlen verwachsen waren.

Abnormitäten an Pedicellarien hat Cuénot (93) beschrieben. Er fand statt dreiklappiger Organe zweiklappige vor, so bei *Luidia ciliaris* von Roscoff; bei *Asterias glacialis* hingegen traf er zwischen den normalen zweiklappigen Pedicellarien dreiklappige.

Anstatt einer Madreporenplatte wurden beschrieben: Eine *Asterias glacialis* mit 8 Armen und 3 Madreporenplatten von Couch (89).

Anstatt eines Steincanales fanden sich zwei bei einem *Asterias rubens* mit 6 Armen zu Wimereux mit nur einer Madreporenplatte. Giard (159). Ueberhaupt scheinen die sechsarmigen Exemplare von *Asterias rubens* meist zwei Steincanäle, die von einer offenbar aus zwei Hälften zusammengesetzten Madreporenplatte ausgehen, zu besitzen. (Compt. Rend. T. 85.)

Haacke beschreibt an einem Exemplar von *Asterias rubens* folgende Abnormität. Dem einen Arme, der sonst normal gebaut war, fehlten die Blinddärme fast gänzlich. (Zool. Anz. Jg. 2.)

V. Parasiten der Seesterne.

Die Zahl der auf oder in Seesternen schmarotzenden Wesen ist ziemlich gering. Es sind fast ausschliesslich Ektoparasiten.

1. Protozoen.

1. *Uronema digitiformis* u. *asteriasi* Fabre-Dom., lebt an *Asterias glacialis* von Concarneau.

2. *Hemispeira asteriasi* Fabre-Dom., lebt an *Asterias glacialis* von Concarneau.

3. *Licnophora auerbachi* Cohn, an *Asterina gibbosa* von Genua und *Astropecten squamatus.*

4. *Cychlochaeta asterisci* Gruber, an *Asterina gibbosa* von Genua.

5. *Peridinee* mit *Prorocentrum micans* verwandt auf *Echinaster sepositus* (Cuénot, Protozoaires commersaux et parasite des Echinodermes. Rev. Biol. Lille T. 3, 1891, S. 285).

2. Würmer.

1. *Polynoe malleata* lebt zwischen den Saugfüsschen von *Astropecten aurantiacus* nach Grube (196).

2. *Nereis squamosa* und *Nereis flexuosa* nach Delle Chiaje an einem Seestern, wahrscheinlich gemeint ist nach Grube *Polynoe malleata.*

3. *Lepidonotus sp.* lebt nach Al. Agassiz an der Mundöffnung von *Asterias ochracea* Brandt. „Man findet ihn bisweilen zu fünfen auf einem Individuum und an verschiedenen Stellen der Ambulacralradien.“ (van Beneden, Die Schmarotzer des Thierreichs, Leipzig 1876.)

3. Mollusken.

1. *Eulima brevicula* auf *Archaster typicus* der Uvea-Inseln im Stillen Ocean nach Gräffe, bewegt sich frei auf ihrem Wohnthier wie alle Eulima-Arten (von van Beneden, l. c. erwähnt).

2. *Thyca pellucida* Kükenthal auf *Linckia miliaris* (nach Kükenthal, Parasitische Schnecken. Abhandl. Senckenberg. Ges. Bd. 24, 1897).

3. *Thyca astericola* Adams u. Reeve, parasitisch auf Seesternen.

4. *Thyca crystallina* Gould (Gould, The Genera of recent Mollusca, Bd. 1), nach Kükenthal auf *Linckia miliaris*.

5. *Thyca ectoconcha* auf der Oberfläche von *Linckia multifora*. (Sarasin, Ueber zwei parasitische Schnecken. Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon, I. 1887—93.)

6. *Stilifer Linckiae* Sarasin, liegt innerhalb der derben Kalkschicht des Integuments von *Linckia multifora*. (Sarasin, l. c.)

In der Ambulacralrinne einer *Linckia* aus Nord-Celebes fand Kükenthal (l. c.) eine 2 mm lange *Mucronalia ? sp.*, die im Beginn des Parasitismus stehen soll.

4. Myzostomiden.

1. Emil von Marenzeller fand in den Armen von *Asterias richardi* Perr. und *Stolasterias neglecta* ein *Myzostoma*, das er *Myzostoma asteriae* nennt; es lebt in den hypertrophischen Blindsäcken. (Denkschr. Akad. Wien, 1895.)

5. Crustaceen.

1. Rosoll fand 1 neue Gattung von *Copepoden*, die an *Asterias glacialis* in Triest schmarotzt: *Astericola clausii*. (Sitzungsber. Akad. Wissensch. Wien, Bd. 97, Abth. 1, S. 188.)

2. Knipowitsch beschreibt *Dendrogaster nov. gen. et sp.* aus der Familie der *Ascothoraciden*. Dieses orangerothe, lappig geformte Cirriped lebt an *Echinaster* und *Solaster*. Seine Larvenformen sind Cypris-ähnlich. (Biolog. Centralbl., Bd. 10, 1890/91.)

3. *Podalirius typicus* an *Asterias rubens*, soll nach Mc Intosh Commensalismus sein. (Reports from F. B. marine station of St. Andrews III, 6. Ann. Rep. Fish. Board Scobl. Part. 3, S. 274.)

4. *Asterochaeres Lilljeborgii* auf *Echinaster sanguinolentus* nach van Beneden (Die Schmarotzer des Thierreichs, Leipzig 1876).

6. Wirbelthiere.

Eine Notiz über einen lebenden Fisch in *Asterias discoidea* Lam. = *Culcita discoidea* findet sich bei Bleekers (Jets over Visschen levende in Zeesterren. Tijdschr. voor nederlandsch. Indie, 1854, S. 162). Die Art wird nicht näher angegeben, sondern nur gesagt, dass es sich um einen kleinen Fisch handelt, der sich in der Flüssigkeit, offenbar der Leibeshöhle, tummelte. Wahrscheinlich identisch mit der folgenden Art.

1. *Oxybeles lumbricoides*, dieser Fisch im indischen Ocean in „*Asterias discoida*“. (van Beneden, l. c.)

G. Alter und Stammesgeschichte.

Die Seesterne gehören paläontologisch zu den ältesten Thieren. Sie traten zuerst in den cambrischen Ablagerungen auf und sind in allen Formationen, wenn auch nur in geringer Zahl, vertreten. Ueber ihre Verwandtschaft mit den übrigen Klassen der Echinodermen kann die Paläontologie nichts aussagen, da die Klassen zugleich neben einander auftreten. Die ältesten Seesterne des paläozoischen Zeitalters sollen sich von den jetzt lebenden dadurch unterscheiden, dass ihre Ambulacralplatten alternirend zusammenstehen (Stürtz 528), also nicht paarweise einander gegenüberliegen, wie es die recenten Formen zeigen. Man fasst sie zu der Ordnung der *Encrinasteridae* Bronn zusammen, die weiter dadurch charakterisirt werden, dass die Madreporenplatte auf der Unterseite gelegen war. Hierher gehören die Gattungen: *Aspidosoma* Goldf. aus dem unteren Devon von Rheinpreussen und Bundenbach, *Palaeaster* Hall, *Palaeostella* Stürtz und viele andere. Ganz sicher ist es übrigens nicht mit der alternirenden Stellung der Ambulacralplatten. Stürtz selbst sagt, dass unter weit über hundert von ihm untersuchten Exemplaren von *Encrinasteriae* von Bundenbach sich nur wenige befanden, deren Wirbel auf einer ganzen Armlänge überall alternirend standen, und dass unter ebensoviel echten Stelleriden von derselben Fundstätte oft Exemplare vorkamen, deren ambulacrale Theile hier und da in Wechselstellung zu einander standen. (Vergl. Koken, Die Vorwelt und ihre Entwicklungsgeschichte, Leipzig 1893, S. 167.)

Fossile Seesterne mit paarweise angeordneten (correspondirenden) Ambulacralplatten treten nur in geringer Anzahl im Devon auf. Es sind *Xenaster* Simonowitzsch eine seitdem ausgestorbene Gattung, und *Astropecten* Linck; letztere findet sich im Devon von Bundenbach, als echte *Phanerozonier*.

In denselben paläozoischen Ablagerungen treten die ersten *Cryptozonier* auf. Es sind die Gattungen *Lepidaster* Forbes aus dem Silur und *Roemeraster* Stürtz aus dem Devon. Für die Frage, ob die *Phanerozonier* oder die *Cryptozonier* die ältesten Seesterne seien, bleibt die Paläontologie die Antwort schuldig.

Unter den *Phanerozoniern* sehen wir die Gattungen *Lephaster* Lor. und *Luidia* Forbes zuerst im Jura, ebenso *Pentaceros* Linck, die sich durch Jura, Kreide und Tertiär verfolgen lässt.

Unter den *Cryptozoniern* finden wir von recenten Gattungen im Lias folgende: *Asterias*, *Goniaster*, *Luidia*, *Solaster*. Von der Juraformation

an macht sich eine entschiedene Annäherung an die Jetztzeit geltend. Im mittleren und oberen Jura sind die Gattungen *Astropecten* und *Goniaster* am weitesten verbreitet. In der Kreideformation trifft man vorzugsweise recente Gattungen, wie *Astropecten*, *Oreaster* u. A. an. In der Tertiärzeit finden sich nur spärliche Reste, die jetzt noch lebenden Gattungen angehören.

Nach Stürtz lassen sich im paläozoischen Zeitalter mit mehr oder weniger Sicherheit schon Ahnen und Verwandte der folgenden Familien anführen: *Archasteridae*, *Astropectinidae*, *Pentagonasteridae*, *Pentacerotidae*, *Gymnasteridae*, *Linckiidae*, *Solasteridae*, *Pterasteridae*, *Echinasteridae*, *Asteridae* und *Brisingidae*. Ohne alle Spur sind folgende Familien: *Porcellanasteridae*, *Antheneidae*, *Zoroasteridae*, *Stichasteridae*, *Heliasteridae* und *Pedicellasteridae*.

Trotz des beschränkten Materials lässt sich sagen, dass die Seesterne von der Silurzeit an in mässiger Anzahl und ohne beträchtliche Veränderungen durch alle Formationen bis zur Jetztzeit hindurchgegangen sind und im Ganzen Ueberreste von vielleicht 150—200 Arten hinterlassen haben. Ihr Vorkommen ist an keine bestimmte Gesteinsfacies gebunden, doch findet man ihre Skelette auch in Tiefseeablagerungen (meist Kreide, Spongitenschichten des oberen Jura). (Vergl. Paläozoologie von Zittel, Bd. 1, München und Leipzig 1876—80.)

Die meisten fossilen Seesterne sind nur in Bruchstücken erhalten (Abdrücke, isolirte Platten), und nur von einzelnen Localitäten gelang es (Bundenbach), vollständig erhaltene Exemplare zu gewinnen.

Die Stellung dieser Klasse zu den übrigen Klassen der Echinodermen soll am Schlusse, nach Schilderung sämmtlicher Abtheilungen, gegeben werden. An dieser Stelle wollen wir nur untersuchen, ob es Thatsachen giebt, die uns über das Alter der beiden Gruppen, der *Crypto-* und *Phanerozonier*, belehren können.

Nach den Ansichten, die Perrier und Sladen über das Alter der Seesterne ausgesprochen haben, haben wir die Wahl, welche von beiden Klassen wir als die ältere ansehen wollen. Sladen hält seine *Phanerozonier* für die älteren Formen, die *Brisingiden* für die jüngsten. Umgekehrt Perrier; ihm sind die letzteren die ältesten Seesterne, eine Ansicht, die schon deshalb nicht zu halten ist, weil ihre ganze Organisation darauf hinweist, dass wir sie als Zweig von Asterias-ähnlichen Formen ansehen müssen. (Ludwig, Seesterne d. Mittelmeeres, 1897.)

Von der Paläontologie kann diese Frage, wie wir sehen, nicht gelöst werden, weil beide Abtheilungen, *Phanero-* wie *Cryptozonier*, zu gleicher Zeit neben einander auftreten. Sollen sie auseinander entstanden sein, so muss die Abzweigung zu einer Zeit geschehen sein, aus der uns keinerlei Reste ihres Skeletts aufbewahrt worden sind.

Es bleibt somit nur die Embryologie übrig, die uns einen Beweis für das thatsächliche Alter erbringen kann. Es ist Ludwig (l. c.) gelungen, den stricten Beweis zu liefern, dass die *Cryptozonier* die jüngeren, die

Phanerozonier die älteren Formen sind, sowie dass erstere von den letzteren herzuleiten sind. Für *Echinaster sepositus* wies Ludwig nach, dass diese Art im erwachsenen Zustand ein ganz typischer *Cryptozonier*, in der Jugend jedoch ein nicht minder ausgeprägter *Phanerozonier* ist. Durch Verfolgung der Entwicklung durch die verschiedenen postembryonalen Alterszustände hindurch stellte er Folgendes fest: Die jungen Thiere besitzen eine obere und untere Randplattenreihe, deren Platten dicht zusammenstossen. Später werden sie überall durch secundäre Platten auseinandergedrängt, die Intermarginalen oder Zwischenplatten. Die beiden Reihen der Randplatten sind endlich durch die geringe Ausbildung des ventrolateralen Skeletts, sowie andererseits durch die mächtige Entfaltung des dorsalen Skelettgewebes aus ihrer für *Phanerozonier* typischen Lage gedrängt worden, sie gelangen an die Ventralseite des Armes, während der Armrand sich mehr und mehr abrundet; nur im Armwinkel, wo sich die Zwischenrandplatten in mehreren Reihen entwickeln, zieht sich auch später noch die Reihe der oberen Randplatten in dorsaler Richtung empor. Wenn nicht die früheren Zustände bekannt wären, so müsste man, sagt Ludwig, bei den erwachsenen Thieren die beiden Randplattenreihen eher für Ventrolateralplatten halten als für das, was sie wirklich sind. Jedenfalls geht aus dieser Vergleichung hervor, dass auch alte, ausgewachsene Thiere Randplatten, wenn auch in ganz undeutlich gewordener Gestalt, besitzen.

Eine Hypothese E. Haeckels, der die Seesterne als Stöcke von fünf oder mehr verwachsen Würmern ansah, deren Einzelindividuen von Anneliden-ähnlichen Vorfahren abstammen sollten, muss kurz erwähnt werden. Sie hatte weder paläontologisch, noch morphologisch irgend eine Stütze. Entwicklungsgeschichtlich ist sie durch Ludwig (307) widerlegt worden. Für eine Verwandtschaft eines Seesternes mit einem Annélid ist nichts beizubringen, und dass unsere Thiere Thierstöcke vorstellen sollen, wird durch die Entwicklung als irrig zurückgewiesen. Diese ist eine Metamorphose, kein Generationswechsel. Die Annahme Haeckels, dass die einzelnen Arme eines Seesterns als besondere Knospen entstünden und erst durch deren Verbindung der Seestern entstehe, ist irrig.

Ludwig bekämpfte diese Lehre, indem er hervorhob, dass auch nicht einer von allen Forschern, die sich mit Echinodermenentwicklung eingehend beschäftigt haben, irgend eine Thatsache feststellen konnte, die zu Gunsten der Haeckel'schen Behauptungen spricht. Neuerdings hat Haeckel zu Gunsten anderer Hypothesen auf diese ältere verzichtet.

Die Frage nach einer hypothetischen Stammform der Seesterne hat Ludwig (l. c.) folgendermaassen beantwortet. Er sagt, nachdem er die Ansicht Cuénot's (93), der in der *Luidia ciliaris* den niedrigsten Typus der Seesterne sehen wollte, zurückgewiesen hat: „Wenn man unter den heute lebenden Seesternen nach einer Form sucht, die der hypothetischen Stammform der Seesterne möglichst nahe steht, also die relativ älteste darstellt, so muss man meines Erachtens verlangen, dass sie die folgenden

Merkmale besitzt: erstens deutliche Randplatten; zweitens Beschränkung der Papulae auf den proximalen Abschnitt der Armrücken; drittens gut entwickelte primäre Scheitelplatten und Terminalplatten; viertens eine selbständige Madreporenplatte; fünftens ein regelmässiges, nur aus Radialplatten oder allenfalls auch noch Adradialplatten gebildetes Armrückenskelett; sechstens eine allgemeine Granulation oder gleichmässige Bestachelung der Haut, aber noch keinerlei Pedicellarien; siebentens noch keine oder nur im Armwinkel stehende Ventrolateralplatten; endlich achtens noch keine Zusammendrängung der Füsschen zu vierzeiliger Anordnung."

Nachtrag zu Kapitel IV: Regeneration. S. 655.

Durch Helen Dean King (Regeneration in *Asterias vulgaris*, Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen, Bd. 7, 1898, S. 351) ist das Regenerationsvermögen der Seesterne mittels des Experiments studirt worden, und zwar an *Asterias vulgaris.* Wenn man die dorsale Fläche der Scheibe mit der Madreporenplatte entfernt, so ist bereits in drei Wochen das fehlende Stück ersetzt, bis auf letztere, die erst nach zwei Monaten gebildet ist. Führt man einen senkrechten Trennungsschnitt durch die Scheibe, welcher im Winkel zweier Arme beginnt und bis zur Mitte der Basis des gegenüberliegenden geht, so trennt sich die Scheibe in zwei Theile, indem die zwei und drei Arme jeder Seite des Schnittes in entgegengesetzter Richtung sich bewegen. Jeder der beiden Theile regenerirt zu einem neuen Individuum. Von grösstem Interesse sind aber folgende Experimente. Es wurden einzelnen Thieren zwei Arme abgeschnitten und ihnen dafür zwei Arme anderer Individuen angeheilt, was ohne weiteres gelang. Ueber die Regeneration eines einzelnen Armes erfahren wir, dass der dicht an der Scheibe abgelöste Arm eines Seesternes wohl bis zu zwei Wochen am Leben bleiben kann, keineswegs aber den ganzen Seestern regeneriren kann. Verbleibt jedoch $^{1}/_{5}$ der Scheibe an dem Arm, so ist die Regeneration ausnahmsweise möglich. Nur wenn die Hälfte der Scheibe an dem losgelösten Arm vorhanden ist, tritt Regeneration ein.

Damit wird die Beobachtung vieler Forscher über Kometenformen dahin modificirt werden müssen, dass solche jedenfalls nicht bei allen Seesternen sich bilden können. Kometenformen, d. h. Seesterne, bei denen ein abgelöster Arm den ganzen Seesternkörper neu gebildet hat, sind durch Haeckel von *Ophidiaster*, durch Sarasin und Hirota von *Linckia multifora*, durch v. Martens von *Asterina tenuispina*, durch Sars von *Brisinga* und Studer für *Labidiaster* bekannt geworden. Bei *Asterias vulgaris* und vielleicht überhaupt bei den *Asterias* und anderen Gattungen wird man nach diesen Experimenten solche Formen nicht erwarten dürfen.

Bei der Regeneration an abgetrennten Armstücken entstand zuerst an der Trennungsfläche der Augenfleck; bereits nach einer Woche ist er deutlich. Am spätesten entstehen die Geschlechtsorgane. Das Wachs-

thum schreitet in der axialen Richtung rascher vor als in der lateralen. Die Regenerationsgeschwindigkeit ist an der Scheibe am grössten und nimmt von hier aus gegen die Armspitzen ab. Sahen wir oben, dass die Rückenfläche der Scheibe von der ventralen aus regenerirt werden konnte, so ist das Umgekehrte wahrscheinlich nicht der Fall, und wie ein losgelöster Arm die Scheibe mit den übrigen Armen nicht regeneriren kann, so ist es auch unmöglich, dass die Scheibe einen Arm regenerirt, falls nicht ein centraler Stumpf von ihm erhalten geblieben ist. Sind zwei oder mehr Arme zu gleicher Zeit losgelöst, so beginnt die Bildung sämmtlicher zur gleichen Zeit von der Scheibe aus; der Grad der Entwicklung ist aber gewöhnlich bei den neuen Armen ungleich.



Buchdruckerei d. Leipz. Tagebl. (E. Polz), Leipzig.

Erklärung von Tafel I.

Asteroidea; äussere Skeletanhänge.

Fig.

1. Gekreuzte Pedicellarie von *Asterias glacialis* O. F. Müll., $^{100}/_{1}$; *a* Epithelüberzug mit Drüsenzellen, *b* das basale Skeletstück, *c* der lange Adductormuskel, *d* der kurze Adductormuskel, *e* der Abductormuskel, *f* der eine der beiden Aeste des Faserstranges *g*.
2. Gerade Pedicellarie von *Asterias glacialis* O. F. Müll., vergr.; *a* das basale Skeletstück, *b, b* die beiden Zangenstücke, *c* der lange Adductormuskel, *d* der kurze Adductormuskel, *e* der Abductormuskel.
3. Längsschnitt durch eine entkalkte, gerade Pedicellarie von *Asterias glacialis* O. F. Müll., vergr.; *a* der lange Adductormuskel, *b* der kurze Adductormuskel, *c* der Abductormuskel.
4. Alveoläre, zangenförmige Pedicellarie von *Gymnasteria carinifera* Lam., vergr.; *a, a* die beiden Zangenstücke, *b* der Adductormuskel, *c* der Abductormuskel, *d* das zur Befestigung in der Alveole dienende Faserbündel, *e* Hautüberzug, *f* das die Pedicellarie tragende Skeletstück.
5. Skelet einer geraden Pedicellarie von *Asterias rubens* L., vergr.; *a* Basalstück, *b, b* die beiden Zangenstücke.
6. Basalstück einer geraden Pedicellarie derselben Art, Ansicht von oben, vergr.
7. Skelet einer gekreuzten Pedicellarie derselben Art, vergr.; *a* Basalstück, *b, b* die beiden Zangenstücke.
8. Basalstück einer gekreuzten Pedicellarie derselben Art, Ansicht von oben, vergr.
9. Basalstück einer gekreuzten Pedicellarie derselben Art, Seitenansicht, vergr.
10. Zangenstück einer gekreuzten Pedicellarie von *Asterias tenuispina* Lam., von der Innenseite gesehen, vergr.; *a* Zangenblatt, *b* Handhabe.
11. Alveoläre, zangenförmige Pedicellarie von *Pentaceros muricatus* Linck, halbgeöffnet, vergr.; *a* die Alveole, *b, b* die beiden Zangenstücke.
12. Senkrechter Schnitt durch eine alveoläre, klappenförmige Pedicellarie von *Pentaceros turritus* Linck, vergr.; *a* die Alveole, *b, b* die beiden Zangenstücke.
13. Klappenförmige Pedicellarien von der Bauchseite von *Culcita grex* M. & Tr., mit ihrer Umgebung, $^{1}/_{1}$; *a* eine der fünf in die Figur aufgenommenen Pedicellarien.
14. Eine einzelne Klappe einer klappenförmigen Pedicellarie von der Rückenseite desselben Thieres, vergr.
15. Büschelförmige (= dreiarmige, zangenförmige) Pedicellarie vom Rande der Ambulacralfurche von *Luidia ciliaris* Phil.; *a, a, a* die drei Zangenstücke, *b* Höcker, dem die Pedicellarie aufsitzt, *c* Stachel.
16. Salzfassförmige Pedicellarie von *Ophidiaster germani* Perr., von oben gesehen, mit geschlossenen Klappen, $^{20}/_{1}$; *a, a* die beiden Klappen.
17. Eine gleiche Pedicellarie mit geöffneten Klappen; *a, a* die beiden Klappen.
18. Seitenansicht einer solchen Pedicellarie mit halbgeöffneten Klappen *a, a*.
19. Mit Körnchen bedeckter Stachel von *Acanthaster mauritiensis* de Lor., schwach vergr.

Fig.
20. Gelenkfläche desselben Stachels, von unten gesehen, schwach vergr.
21. Gelenkfläche, auf der jener Stachel aufsitzt, von der Seite gesehen, schwach vergr.
22. Einige Paxillen von *Luidia savignyi* Aud., von der Seite gesehen, vergr. Die Dornen der Paxillenkronen sind aufrecht gestellt, vergr.; *a* Basalplatte, *b* Schaft, *c* Krone.
23. Ein cribriformes Organ von *Porcellanaster coeruleus* Wyv. Thoms., $^{10}/_{1}$.
24. Ein cribriformes Organ von *Hyphalaster diadematus* Slad., $^{12}/_{1}$.
25. Seitenansicht von *Hyphalaster inermis* Slad., um die Anordnung der cribriformen Organe zu zeigen, $^{3}/_{1}$; *a, a, a* die cribriformen Organe, *b* die oberen Randplatten, *c* Terminalplatte.
26. Ein Stachelchen aus einer Falte des cribriformen Organs von *Ctenodiscus krausei* Ldw., von der Fläche gesehen, $^{120}/_{1}$.
27. Dasselbe, von der Kante gesehen.

Fig. 1—4 nach Cuénot (93); Fig. 5—15 nach Perrier (398); 16—18 nach Viguier (559); Fig. 19—22 nach Loriol (294); Fig. 23—25 nach Sladen (503); Fig. 26, 27 nach Ludwig (309).





Erklärung von Tafel II.

Asteroidea; Skelet, Nervensystem.

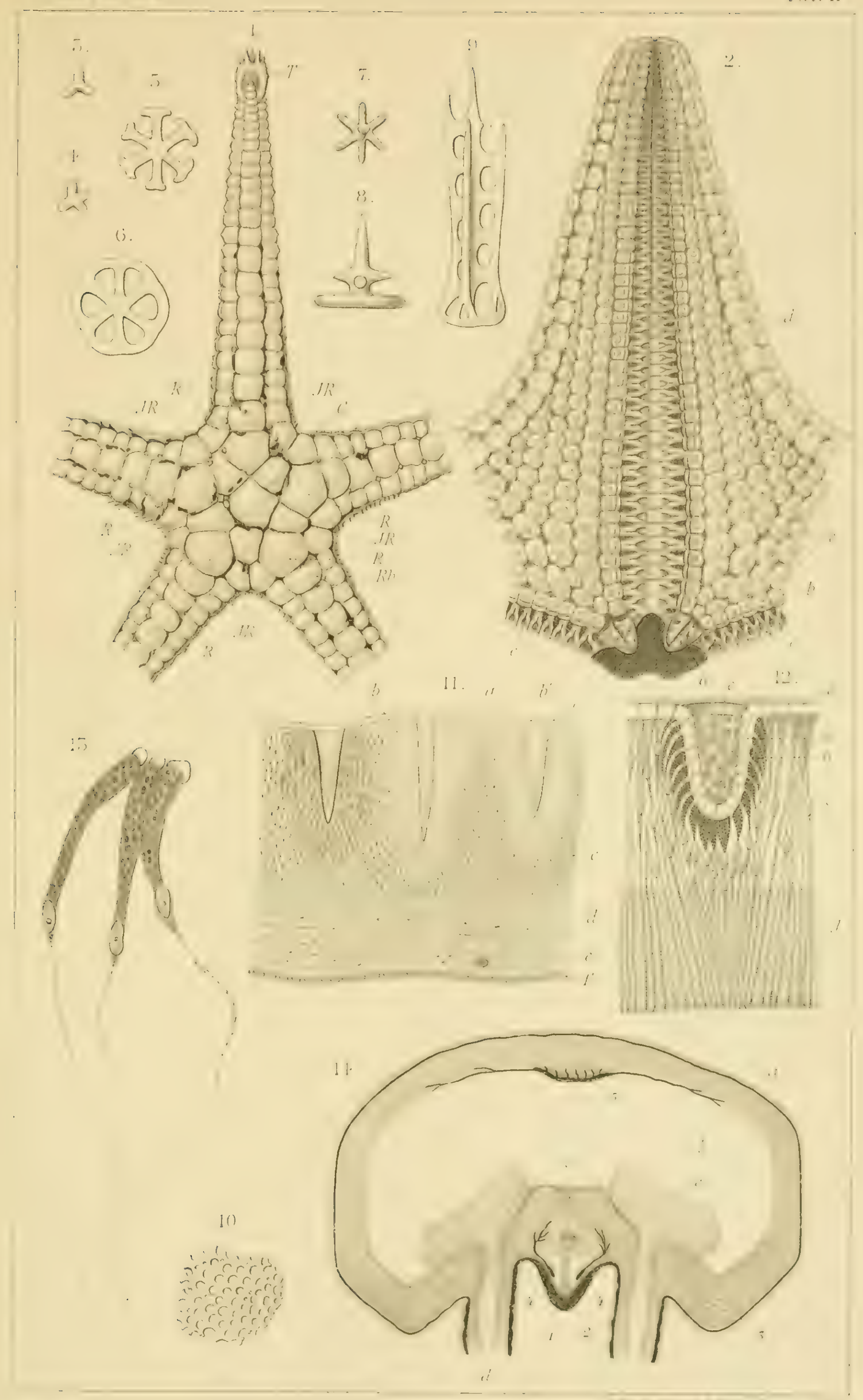
Fig.

1. *Cnemidaster wyvillii*, Rückenansicht, $^3/_1$; die Buchstaben sind gleichbedeutend mit denen der Textfigur 3, Seite 523. *C* Centrale, *R* primäre Radialplatten, *Rb* secundäre Radialplatten, *IR* Interradialplatten.
2. Ein Fünftel des ventralen Skeletes von *Pentaceros reticulatus*; *a* ein Mundeckstück, *b* Adambulacralplatten, *c*, *c* Ambulacralstücke (Wirbelstücke), *d* untere Randplatten, *e* Ventrolateralplatten.

3—9. Entwicklungsstadien eines Stachels von *Asterina gibbosa* (Penn.), stark vergr.; nähere Erläuterung s. Text, p. 541—543.

10. Eine junge Skeletplatte aus der Rückenhaut von *Asterina gibbosa* (Penn.), $^{140}/_1$.
11. Schnitt durch drei Einzelaugen von *Asterias rubens*, stark vergr.; in zweien von den drei Einzelaugen ist das Pigment entfernt. *a* Cuticula, *b* die pigmentirten Zellen des Augenkegels, *b'* Deckplättchen (Stäbchen) der Pigmentzellen, *c* Epithelzellen des Augenwulstes, *d* Nervenfaserschicht, *e* Bindegewebsschicht desselben, *f* inneres Epithel des Fühlerkanales, *g* Innenraum des Augenkegels.
12. Schnitt durch ein Einzelauge von *Asterias glacialis*, stark vergr.; *a, b, b', c, d* wie in der vorigen Figur, *e* Eingang in den Innenraum des Augenkegels.
13. Drei Pigmentzellen aus einem Auge von *Asterias rubens*, sehr stark vergr.
14. Schema des Nervensystemes im Arme der Seesterne; *a* Wand des Armes, *b* Innenraum des Armes, *c* Füsschenampulle, *d* Füsschen, *e* Radialkanal des Wassergefässsystems, *1* Radialnerv des Ectoneuralsystems, *2* Nerven der Füsschen, *3* Nervengeflecht der Haut; *1—3* gehören zum Ectoneuralsystem; *4, 4* das aus den beiden Lange'schen Nerven gebildete Hyponeuralsystem mit seinen Zweigen, *5* das Entoneuralsystem.

Fig. 1 nach Sladen (503); Fig. 2 nach A. Agassiz (5); Fig. 3—10 nach Ludwig (307); Fig. 11, 13 nach Hamann (212); Fig. 12 nach Cuénot (93); Fig. 14 nach Cuénot (99).





Erklärung von Tafel III.

Asteroidea; Nervensystem, Wassergefässsystem.

Fig.

1. Schnitt durch den Radialnerv von *Asterias rubens*, $^{180}/_1$; *a* Zellenschicht, *b* Faserschicht (die auf dem Querschnitt als feine Pünktchen erscheinenden Nervenfasern sind nur an einer beschränkten Stelle in die Zeichnung eingetragen) mit den aufrechten Fasern und mit Ganglienzellen; *c, c* die Lange'schen Nerven, *d* Bindegewebslage, *e* Septum, *f, f, f* Bluträume im Septum (radiales Blutgefäss), *g* Lumen des Pseudohämalkanals (= Hyponeuralkanals).
2. Verticaler Schnitt durch das Peristom von *Asterias rubens* L. dicht neben der Mittellinie eines Radius, $^{60}/_1$. *W* Wassergefässring, *Wr* radiales Wassergefäss, *B* Blutgefässring, *I* der innere, *E* der äussere Pseudohämalkanal, *N* Ringnerv, *Nr* Radialnerv, *Ep* Zellenschicht des Ringnerven und Radialnerven, *Mh* Mundhaut, *Bi* Bindegewebsschicht, *VS* das verticale Septum, *QS* das quere Septum, *HS* das horizontale Septum des pseudohämalen (hyponeuralen) Kanales, K^1 erster, K^2 zweiter Wirbelkörper, M^1 und M^2 die beiden zu K^1 gehörigen unteren Quermuskeln, M^3 der zu K^2 gehörige Quermuskel.
3. Verticaler Schnitt durch einen interradialen Bezirk des Peristoms von *Asterias rubens* L., $^{60}/_1$. Man sieht den Zusammenhang der Kanälchen des Tiedemann'schen Körperchens mit dem Wassergefässringe. *W, B, J, E, N, Mh* wie in der vorigen Figur, *T* Tiedemann'sches Körperchen, *Mi* interradialer Muskel des Peristoms, *Z* Zellenwulst (= Lange'scher Nerv).
4. Aus einem Schnitt durch ein Tiedemann'sches Körperchen von *Asterias rubens* L., vergr.; *a, a, a* Epithelzellen der Röhrchen, *b* abgelöste Epithelzellen, frei im Lumen der Röhrchen, *c* Bindegewebe.
5. Schnitt durch die Wand einer Poli'schen Blase von *Astropecten aurantiacus*, $^{50}/_1$; *a* inneres Epithel, *b* Ringmuskelschicht, *c* Bindegewebsschicht, *d* Peritonealepithel, *e, e, e* Bündel von Längsmuskelfasern.
6. Ansatzstelle des Steinkanales an die Madreporenplatte bei *Asterias rubens* L. von innen gesehen, $^4/_1$. Die Wand des geöffneten Steinkanals ist theilweise weggeschnitten. *a* Ampulle, *b* Längsleiste mit ihren beiden sich umrollenden Lamellen.
7. Querschnitt durch den entkalkten Steinkanal von *Echinaster purpureus* (Gray), $^{110}/_1$; *a* Peritonealepithel, *b* Bindegewebsschicht, *c* Innenepithel, *d* die innere Längsleiste.
8. Querschnitt durch Steinkanal und den schlauchförmigen Kanal von *Astropecten spinulosus*, schwach vergrössert; *a* Wand des schlauchförmigen Kanals, *b* Wand des Steinkanals, *c* das Septalorgan („glande ovoïde", „Herz").
9. Querschnitt durch den Steinkanal eines mittelgrossen Exemplares von *Astropecten jonstoni*, schwach vergr., s. S. 563.
10. Querschnitt durch den Steinkanal eines jungen Exemplares von *Astropecten jonstoni*, schwach vergr., s. S. 563.
11. Querschnitt durch den Steinkanal und schlauchförmigen Kanal von *Astropecten hystrix*, vergr.; *a, a* Seitenwand des schlauchförmigen Kanals, *b* Wand des Steinkanals, *c, c* einige der Kammern des Lumens des Steinkanals, *d* Hohlraum des schlauchförmigen Kanals, *e* das Septalorgan („glande ovoïde", „Herz").
12. Ein interradialer Bezirk des Peristoms eines erwachsenen *Astropecten aurantiacus* (L.) von innen; *a* Poli'sche Blasen, *a'* ihr gemeinschaftlicher Stiel, *b, b* Tiedemann'sche Körperchen, *c* Füsschenampullen, *d, d* obere Quermuskeln der Wirbel.
13. Horizontaler Längsschnitt durch den radialen Wasserkanal von *Asterias rubens*, schwach vergr.; *a, a* Wirbelstücke, *b* unterer Quermuskel des Wirbels, *c* Radialkanal des Wassergefässsystems, *d* Füsschenkanal, *e* Spalte des Ventils, *f, f* die beiden Taschen des Ventils, *g* die kegelförmige Ausweitung des Radialkanals, die auf ihrer abgestutzten Spitze die Ventilspalte trägt.

Fig. 1—3, 6, 7 nach Ludwig (299); Fig. 4, 5, 8—12 nach Cuénot (93); Fig. 13 nach Lange (276).





Erklärung von Tafel IV.

Asteroidea; Wassergefässsystem, Verdauungsorgane, Athmungsorgane.

Fig.

1. Ein Quadrant der äusseren Oberfläche der Madreporenplatte von *Asterias rubens* L., um die Anordnung der Porenöffnungen im Grunde der oberflächlichen Furchen zu zeigen; $^{12}/_{1}$.
2. Schema eines Sammelröhrchens der Madreporenplatte von *Asterias rubens* L., von der Seite gesehen.
3. Dasselbe von oben gesehen.
4. Ein Porenkanälchen der Madreporenplatte von *Asterina exigua* (Lam.) im Längsschnitt, $^{300}/_{1}$. *P* Porus, *Pc* Porenkanälchen, *St* Wand des Steinkanals, *a* das niedrige Epithel im inneren Theile des Porenkanälchens.
5. Anordnung der dorsalen Muskulatur bei *Culcita;* man blickt von innen auf die dorsale Wand der Scheibenmitte; *a, a* die interbrachialen Septen, *b* Steinkanal *c* Enddarm, *d* Papulä, *e* dorsaler Blutgeflechtring, *f* eine der dorsalen Muskeln mit seinen drei Aesten.
6. Querschnitt durch einen dorsalen Armmuskel mit seinen Nerven von *Asterias glacialis,* $^{580}/_{1}$; *a* Zellen des Peritonealepithels, *b* Nervenschicht, *c* quergetroffene Muskelfasern.
7. Interradiale Blinddärme von *Asterias glacialis* O. F. Müll.
8. Blinddärme von *Culcita coriacea* M. Tr.; Ansicht des Magens von der Dorsalseite; *a* radiale, *b* interradiale Blinddärme, *c* Magen.
9. Interradiale Blinddärme von *Cribrella oculata* (Linck), von unten gesehen; *a* Stelle, wo der Magen abgetrennt wurde, *b* Rückenhaut eines Armes.
10. Längsschnitt durch eine eingezogene Papula von *Asterina exigua* (Lam.). $^{110}/_{1}$; *a* äusseres Körperepithel, *b* Peritonealepithel, *c* Kalkstück der Haut, *d* Hohlraum im Umkreis der Basis der Papula, *e* Innenraum der Papula. Der Pfeil bezeichnet die Mündung der Leibeshöhle in die Papula.
11. Stück eines Armrückens von *Echinaster brasiliensis* M. & Tr.; *a* die Papulä („Porenfelder").
12. Stück eines Armrückens von *Chaetaster longipes* (Retz.); *a, a* die einzeln stehenden Papulä.

Fig. 1—4, 10 nach Ludwig (299); Fig. 5 nach Ludwig (304); Fig. 6 nach Cuénot (99); Fig. 7, 9 nach Cuénot (93); Fig. 8, 11, 12 nach Müller und Troschel (375).





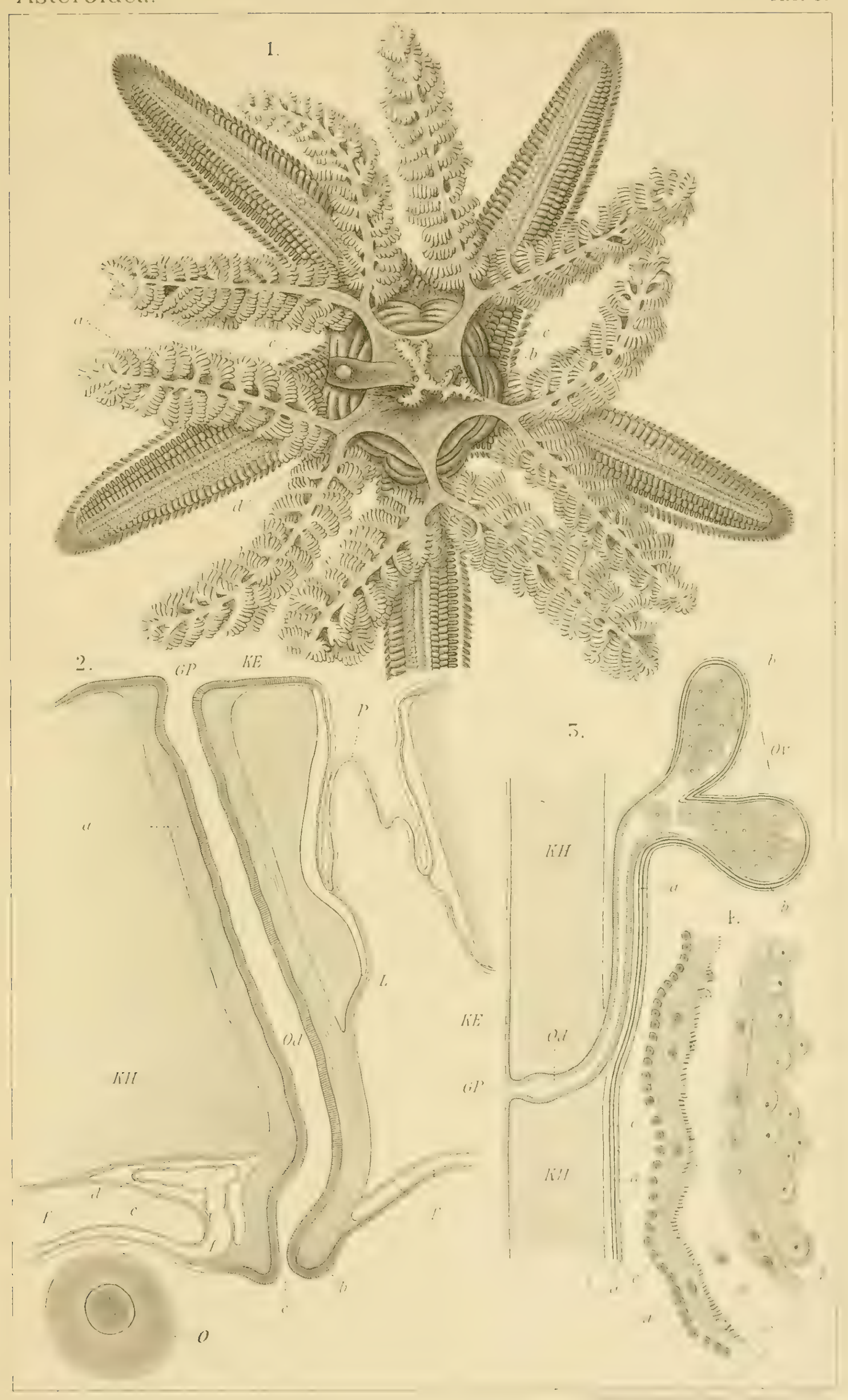
Erklärung von Tafel V.

Asteroidea; Verdauungsorgane, Geschlechtsorgane.

Fig.

1. Verdauungsorgane von *Asterias rubens* L., nach Wegnahme der Rückenwand des Körpers; $^1/_1$. *a* radiale Blinddärme, *b* interradiale Blinddärme, *c* Magen, *d* After, *e* Madreporenplatte.
2. Schnitt durch den Eileiter und seine Mündung in den Eierstock von *Echinaster purpureus* (Gray); $^{85}/_1$. *KE* Körperepithel, *GP* Genitalporus, *Od* Oviduct, *KH* Körperhaut, *L* Leibeshöhle, *P* Papula, *Of* mit Keimfleckhaufen, *a* längsfaserige Wandschicht des Oviductes, *b* Uebergangsstelle der Eileiterwand in die Eierstockswand, *d* Genitalstrang des Blutgefässsystemes, *e* Pseudohämalkanal des Genitalstranges, *f* Blutsinus der Eierstockswand.
3. Schema über die Beziehungen zwischen Eileiter, Eierstock, Genitalstrang und Pseudohämalkanal des letzteren bei *Asterina exigua* (Lam.). Der Eileiter führt in das Lumen des Eierstocks, der Pseudohämalkanal begleitet den Genitalstrang bis zur Basis des Eierstocks, um dort blind zu endigen, während der Genitalstrang sich in den Blutsinus der Eierstockswand fortsetzt. *GP* Genitalporus, *Od* Oviduct, *Ov* Ovarium, *KE* Körperepithel, *KH* Körperhaut, *a* Genitalstrang, *b* Blutsinus der Ovarialwand, *c* Pseudohämalkanal des Genitalstranges.
4. Längsschnitt durch einen jungen Genitalschlauch von *Asterias rubens* L., stark vergrössert. *a* äusseres Epithel, *b* äussere, *c* innere Lamelle der Bindegewebsschicht, *d* Blutsinus, *e* Ringmuskelfasern, *f* Keimepithel.

Fig. 1 nach Müller und Troschel (375); Fig. 2 und 3 nach Ludwig (299); Fig. 4 nach Hamann (212).


1.
2.
GP
KE
P
L
KH
Od
O
3.
Ov
KH
KE
Od
GP
KH
4.



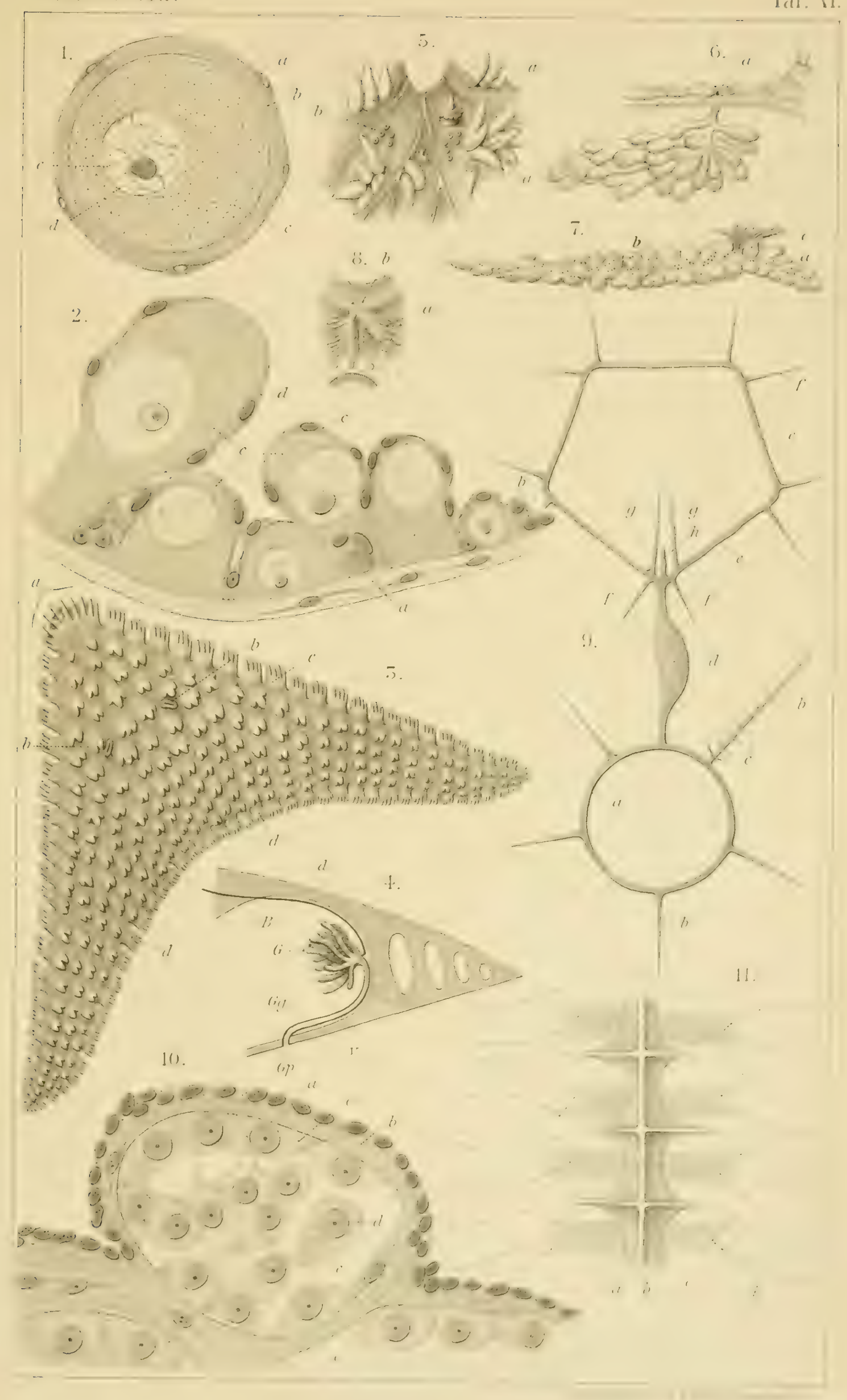
Erklärung von Tafel VI.

Asteroidea; Geschlechtsorgane, Blutgefässsystem, Pseudohämalräume.

Fig.

1. Unreifes Eierstocksei von *Asterias glacialis* O. F. Müll., stark vergrössert. *a* Follikelzellen, *b* Gallerthülle (*Zona pellucida*), *c* Dotter, *d* Keimbläschen, *e* Keimfleck
2. Eibildung von *Asterias rubens* L., aus einem Ovarialschlauch eines jungen Thieres, stark vergrössert. *a* Ovarialwand, *b* Zellen des Keimepithels, *c* und *d* Follikelzellen, *e* junge Eizellen.
3. Ein ventrales Interradialfeld von *Asterina gibbosa* (Penn.), um die Lage der Genitalöffnungen zu zeigen; $^{3}/_{1}$. *a* Mundecke, *b* Genitalöffnungen, *c* Adambulacralplatten, *d* Randplatten.
4. Schema über die Lage der Genitalorgane bei *Asterina gibbosa* (Penn.). *Gp* Genitalporus, *Gg* Genitalgang, *G* Genitalschläuche, *B* Genitalstrang, *d* dorsale, *v* ventrale Körperwand.
5. Interradialgegend von *Asterias gracialis* O. F. Müll, mit den Genitalöffnungen. *a* Papulä, *b* Genitalöffnungen.
6. Hoden und Genitalöffnung *a* von *Echinaster sepositus* (Lam.).
7. Genitalorgan von *Ophidiaster chinensis* Perrier. *a* adoraler, *b* aboraler Theil desselben, *c* Befestigungsstelle an die Körperwand.
8. Genitalorgane von *Asterina wega* Perrier. *a* Genitalbüschel, *b* Genitalporus.
9. Schema über die Anordnung des Blutgefässsystemes. *a* der ovale Ring, *b* Radialstränge, *c* Zweige zu den Füsschen, *d* das Septalorgan, *e* der aborale Ring, *f* Genitalstränge, *g* Darmstränge, *h* dorsale Endigung des Septalorgans.
10. Stück eines Querschnittes des Septalorganes von *Asterias rubens* L., stark vergrössert. *a* äusseres Epithel, *b* Bindegewebsschicht, *c* inneres Epithel, *d* freie Innenzellen, *e* Lumen.
11. Das Septum des radialen Pseudohämalkanales aus einem Horizontalschnitt durch die Armrinne von *Asterias rubens*, von der ventralen Seite gesehen; $^{25}/_{1}$. *a* das horizontale, *b* das vertikale Septum, *c* die unteren Quermuskeln der Armwirbel, *d* seitliche Theile der Armwirbel.

Fig. 1 nach O. Hertwig (229); Fig. 2 und 10 nach Hamann (212); Fig. 3, 4, 9 und 11 nach Ludwig (301 u. 299); Fig. 5, 6, 7 und 8 nach Cuénot (93).





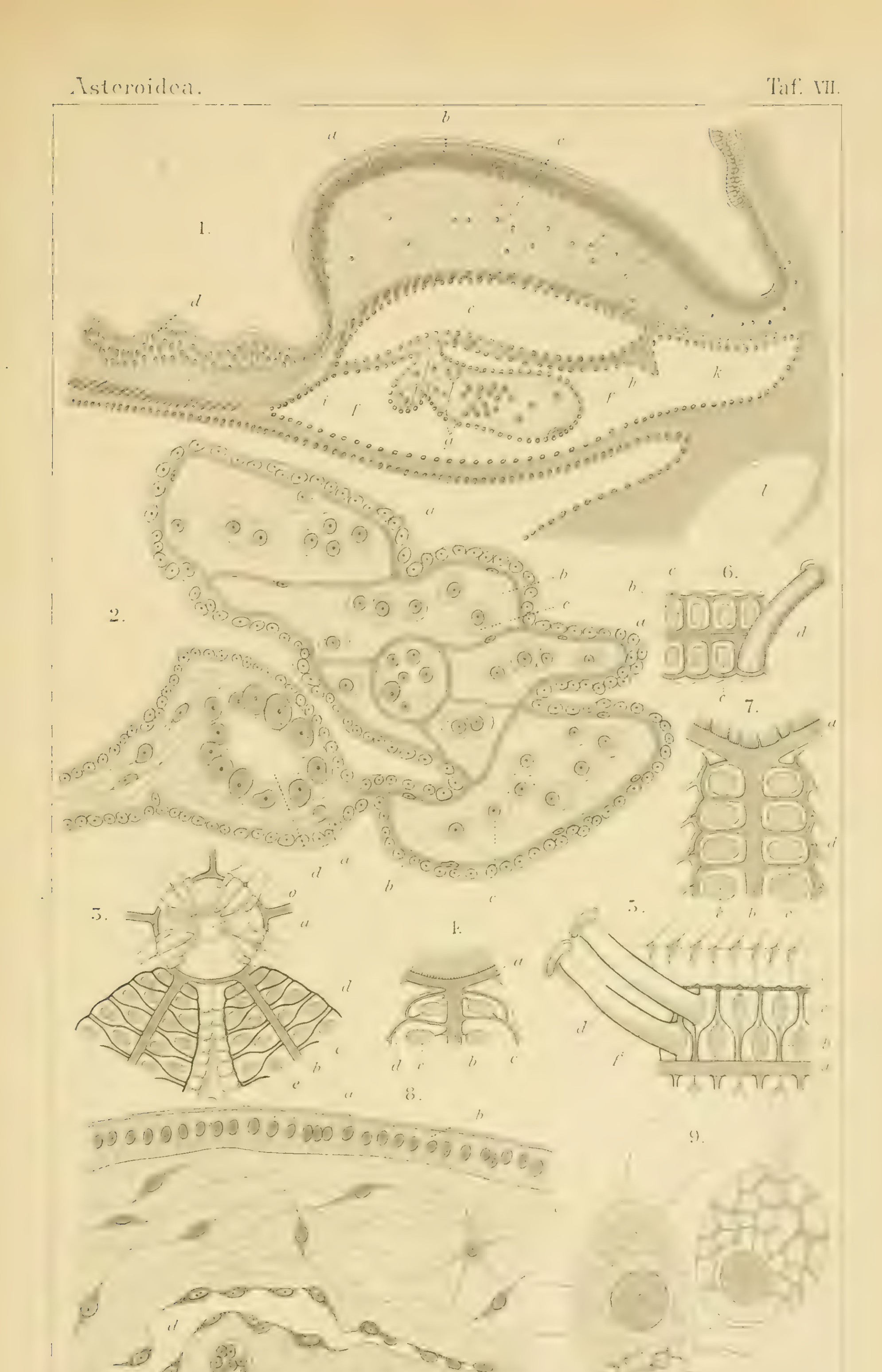
Erklärung von Tafel VII.

Asteroidea; Blutgefässsystem, Pseudohämalräume,
Kanalsystem der Haut.

Fig.

1. Vertikalschnitt durch die Mundumgebung von *Asterias glacialis* O. F. Müll.; $^{160}/_{1}$. *a* Cuticula, *b* Zellenschicht, *c* Faserschicht des Ringnerven, *d* Epithel der Mundhaut, *e* äusserer ovaler Pseudohämalring, *f* innerer ovaler Pseudohämalring, *g* ovaler Blutgefässring, *h* Septum, *i* und *k* Lange'sche Nerven (= Cuénot's tiefliegende Nerven), *l* Lumen des Wassergefässringes.
2. Querschnitt durch den aboralen Blutring von *Asterias rubens* L.; stark vergrössert. *a* äusserer Zellbelag, *b* Blutflüssigkeit, *c* Blutzellen, *d* Hamann's „excretorischer Kanal".
3. Radiale Pseudohämalräume von *Asterias glacialis* O. F. Müll. *a* äusserer ovaler Pseudohämalring, *b* radialer Pseudohämalkanal, *c* Seitenzweige desselben, *d* seitlicher Längskanal, der die Seitenzweige aufnimmt, *e* Füsschenbasen, *o* Mund.
4. Anfang des radialen Pseudohämalkanals, ebendaher; $^{2}/_{1}$. *a*, *b*, *c*, *d*, *e* wie in Fig. 3.
5. Pseudohämalkanäle der Füsschen von *Asterias glacialis* O. F. Müll.; $^{2}/_{1}$. *a* radialer Pseudohämalkanal, *b* Seitenzweige, *c* seitlicher Längskanal, *d* Füsschen, *f* bei beiden pseudohämalen Kanälchen des Füsschens, *e* Füsschenbasen.
6. Radiale Pseudohämalkanäle von *Echinaster sepositus* (Lam.); *a*, *b*, *c*, *e* wie in Fig. 5, *d* das pseudohämale Kanälchen des Füsschens.
7. Radiale Pseudohämalkanäle von *Astropecten aurantiacus* (L.). *a*, *b*, *c*, *d*, *e* wie in Fig. 3.
8. Vertikalschnitt durch die Rückenwand eines jungen Seesternes (*Asterias rubens*) mit beginnendem Hauptkanalsystem; stark vergrössert. *a* Cuticula, *b* äusseres Körperepithel, *c* Cutis, *d* Hautkanal, *e* Längsmuskelfasern, *f* Leibeshöhlenepithel.
9. Zwei Zellen aus der Leibeshöhlenflüssigkeit von *Asterias rubens* L.; stark vergrössert.

Fig. 1 nach Cuénot (99); Fig. 2, 8 und 9 nach Hamann (212); Fig. 3—7 nach Cuénot (93).





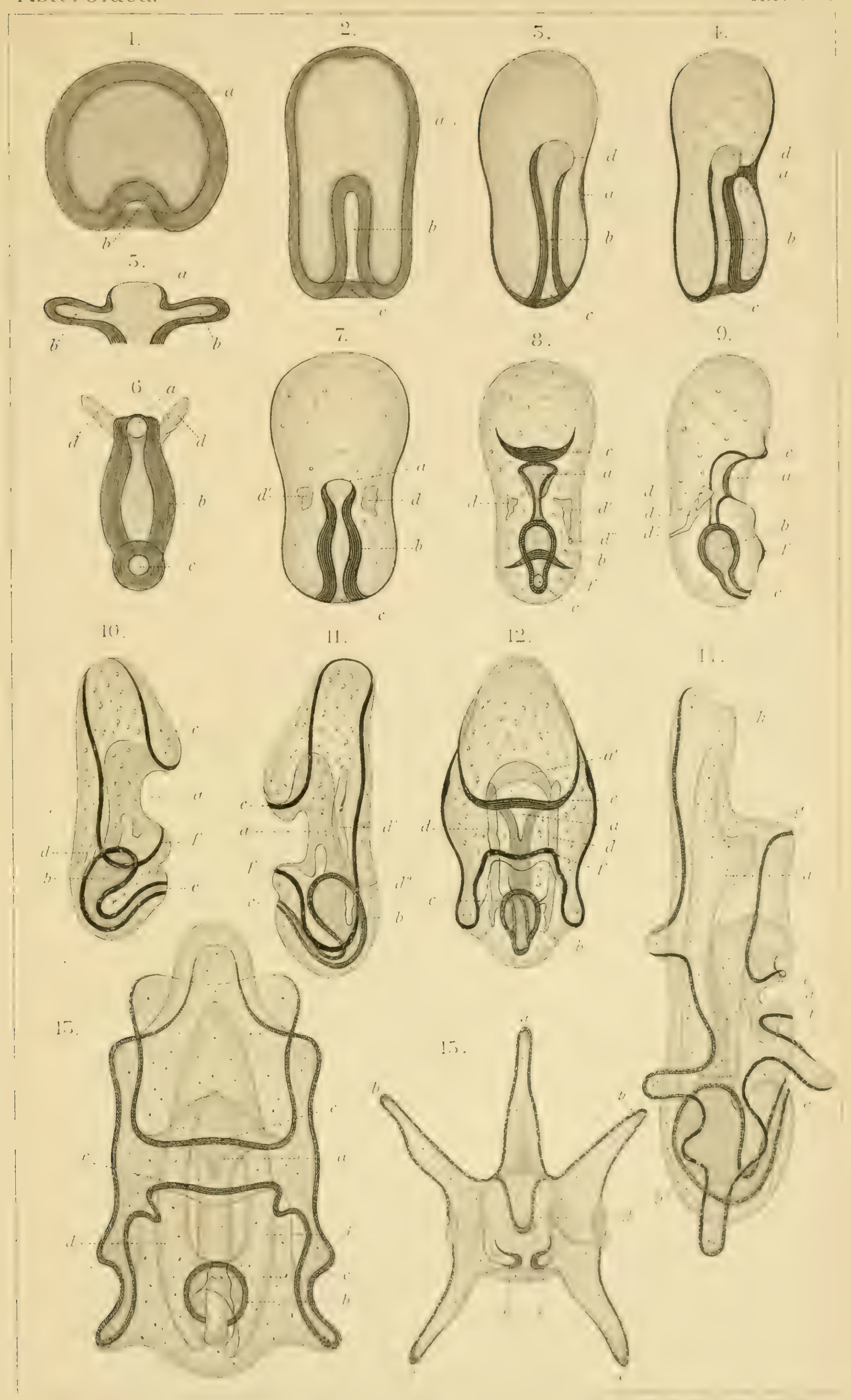
Erklärung von Tafel VIII.

Asteroidea; Entwicklungsgeschichte.

Fig.

1. Blastosphaera mit beginnender Invagination. *a* Ektoderm, *b* Entoderm.
2. Gastrula. *a* Ektoderm, *b* Urdarm, *c* Urmund (Blastoporus), später After der Larve.
3. Gastrula im Profil. *a* Stelle, wo der Larvenmund *a* entsteht, *d* Endabschnitt des Urdarmes = Larvenmagen.
4. Weiter entwickeltes Stadium mit Larvenmundöffnung.
5. Endabschnitt des Urdarmes. *b* die paarigen seitlichen Ausstülpungen, Enterohydrocölsäcke.
6. Urdarm von vorn. *d* Enterohydrocölsäcke (Lateraltaschen), *a* Mund, *c* After.
7. Embryo mit den beiden Enterohydrocölsäcken (Vasoperitonealsäcken). *d*, *d'* die vom Urdarm abgelöst sind.
8. Vorderansicht der Larve. *c*, *f* Anlage des vorderen und hinteren Quersaumes der Wimperschnur, *b* Mitteldarm, *d'* Anlage des Hydrocöls (Wassergefässsystem), *d''* Rückenporus.
9. Dieselbe Larve von der Seite. *d* rechte Enterocölblase, *d'* Hydrocölblase.
10. Seitenansicht eines späteren Stadiums. *a* die Mundöffnung, *c* präoraler, *f* postoraler Fortsatz der Wimperschnur.
11. Eine 6 Tage alte Larve von der rechten Seite. *d'* Hydrocölschlauch, *d''* Porencanal mit Rückenporus, *b* Oesophagus, *c* After.
12. Dieselbe Larve von vorn. *a'* Mundtasche
13. Späteres Larvenstadium, *Bipinnaria*, von vorn. *e* vorderer, *f* hinterer Quersaum der Wimperschnur.
14. Seitenansicht eines späteren Stadiums. *h* Brachiolariafortsatz.
15. *Bipinnaria* (*Brachiolaria*) von der Dorsalseite. *a* dorsaler Medianfortsatz, *b* vordere Dorsalfortsätze, *c* präorale Fortsätze, *d*, *e* Brachiolararme.

Sämmtliche Figuren nach A. Agassiz (5). Fig. 1—12 *Asterias berylinus*, Fig. 13—15 *Asterias pallidus*.





Erklärung von Tafel IX.

Asteroidea; Entwicklungsgeschichte.

Fig.

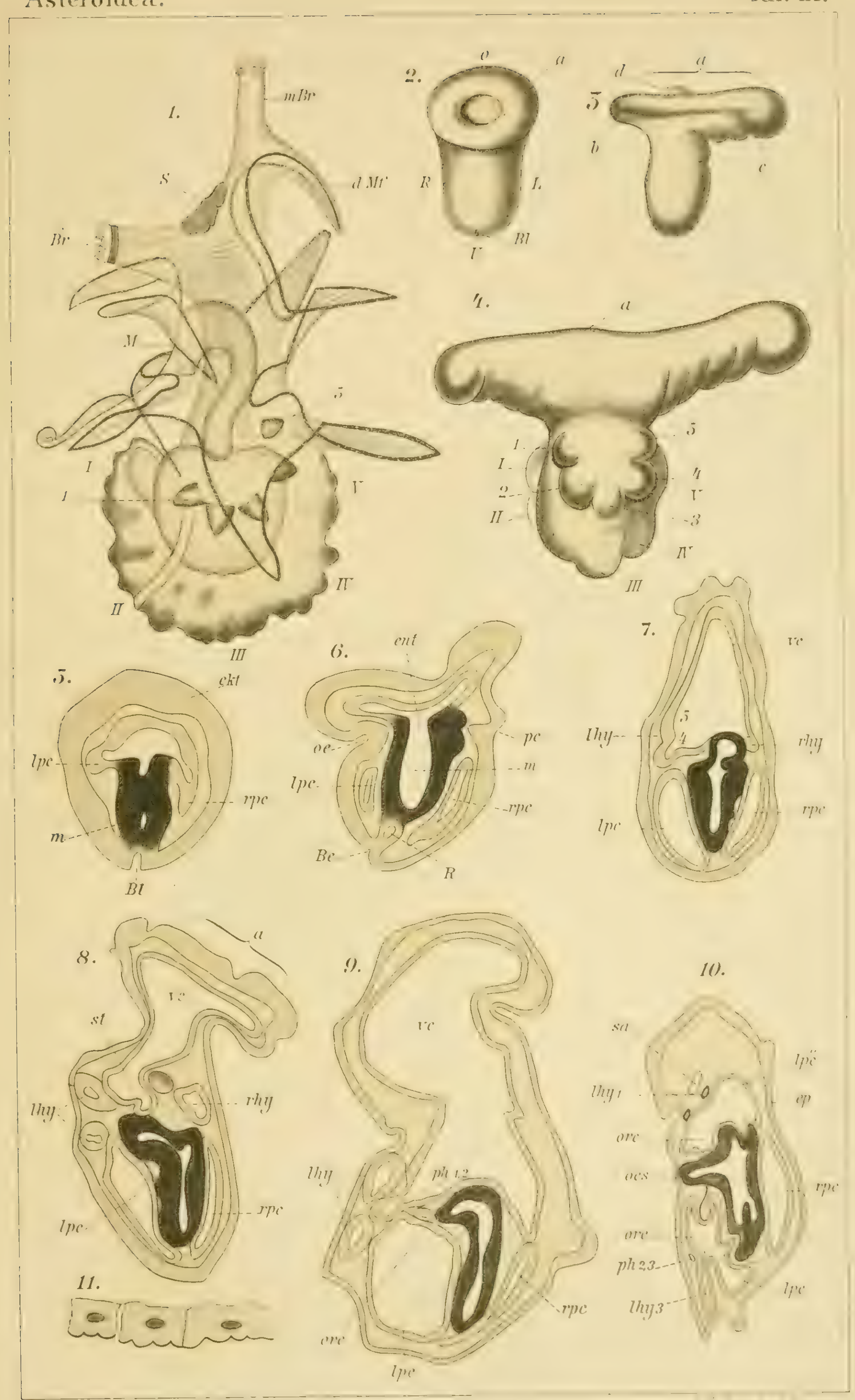
1. *Bipinnaria* von *Asterias rubens.* Aelteres Stadium. Seitenansicht. $^{16}/_{1}$. 1—5 Ausstülpungen des Hydrocöls, I—V die antiambulacralen Armanlagen. *Br.* Brachiolarfortsätze, *mBr* medianer Brachiolarfortsatz mit Saugnapf *S* und Papillen, *dM* dorsaler Medianfortsatz, *M* Mundöffnung.
2. Vier Tage alte Larve von *Asterina gibbosa,* von der Ventralseite. *a* Larvenorgan, *U* Urmund, Blastoporus, *o* vorn, *u* unten, *r* rechts, *l* links.
3. Sechs Tage alte Larve von *Asterina gibbosa*, von der linken Seite. *a* Larvenorgan, *b* dessen vorderer, *c* dessen hinterer Lappen (Kopflappen), *d* die centrale scheibenförmige Erhebung, welche zur Anheftung dient.
4. Larve von *Asterina gibbosa,* vom Ende des achten Tages von der linken Seite. 1—5 die ambulacralen Armanlagen über den primären Hydrocölausbuchtungen. I—V die antiambulacralen Armanlagen.

5—8. Längsschnitte durch Larven von *Asterina gibbosa.* $^{80}/_{1}$.

5. Gastrulastadium, *Bl* Blastoporus, *lpc, rpc* die Ausstülpungen des Urdarmes, *ent* Entoderm, *m* Urdarm (Magen).
6. Längsschnitt durch das Stadium Fig. 2. Seitenansicht. *oe* Oesophaguseinstülpung.
7. Längsschnitt durch das Stadium Fig. 3.
8. Längsschnitt durch ein späteres Stadium.
9. Längsschnitt durch das Stadium Fig. 4.
10. Längsschnitt durch einen Seestern vom 10. Tage.

In Fig. 6—10 bedeuten: *vc* vorderer Theil der Leibeshöhle, *lpc, rpc* linker und rechter hinterer Abschnitt der Leibeshöhle, *lhy, rhy* linke, rechte Anlage des Hydrocöls, *ph* 1, 2 Anlagen der Perihämalräume, *orc* oraler Abschnitt der Leibeshöhle, *st* Anlage des Steinkanals, *oes* Schlund des jungen Seesternes mit Mundöffnung, *sa* Axialsinus.

Fig. 1 nach Mortensen (Echinodermenlarven der Plankton-Exped.); Fig. 2—4 nach Ludwig (307); Fig. 5—10 nach Macbride (Journ. of Microsc. Sc. Vol. 38).





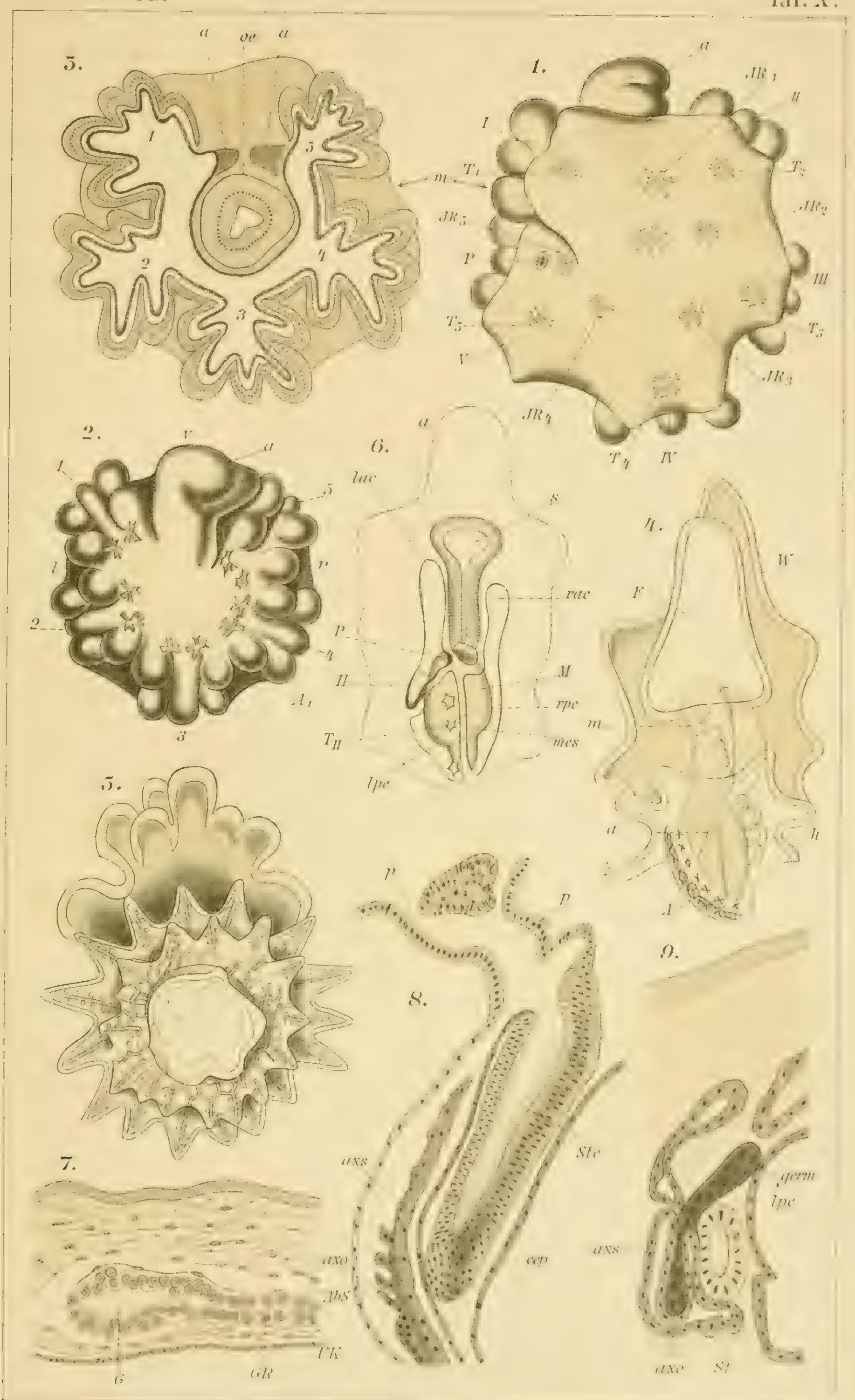
Erklärung von Tafel X.

Asteroidea; Entwicklungsgeschichte.

Fig.

1. Junge *Asterina gibbosa* vom 10. Tage von der Rückenseite gesehen. I—V die antiambulacralen Armanlagen, T_1—T_5 die Terminalia, IR_1—IR_5 die Interradialia, *P* Rückenporus, Pfeil *m* Interradius der Madreporenplatte.
2. Junge *Asterina gibbosa* vom 10. Tage nach Reduction des Larvenorganes *a*, von der Mundseite gesehen. 1—5 die fünf Hydrocölbuchten, *l, r, v* links, rechts, vorn. A_1 erstes Ambulacrale.
3. Schnitt, dicht unter der Bauchfläche einer jungen *Asterina gibbosa* vom 11. Tage. Der Wassergefässring noch nicht geschlossen. Bei *a* die beiden Aussackungen der Enden des Wassergefässbogens, die sich entgegenwachsen, vereinigen und den Ring schliessen. 1—5 die fünf fünflappigen Ausstülpungen des Hydrocöls, *oe* Oesophagus.
4. *Bipinnaria* von vorn, *h* Hydrocöl (ambulacrale Anlage des Seesterns), *A* die antiambulacrale Anlage des Seesterns, *F* Frontalfeld, *W* Wimperschnur, *m* Mund, *a* After.
5. *Bipinnaria* mit dem Seestern.
6. *Bipinnaria* vom Rücken gesehen. *lac, rac* linkes, rechtes vorderes Enterocöl, *lpc, rpc* linkes, rechtes hinteres Enterocöl, *H* Hydrocölanlage, *P* Anlage des Rückenporus, *s* Larvenschlund, *mes* Mesenterium, T_2 2. Terminale, *M* Magendarm, *a, p* vorn, hinten. *Asterias vulgaris.*
7. Erste Anlage einer Genitalröhre eines jungen *Asterias rubens*, *GR* Genitalröhre, *UK* Urkeimzellen, *G* Ende der Genitalröhre (Rhachis).
8. Längsschnitt durch den Steincanal einer jungen *Asterina*. *p* Porencanäle der Madreporenplatte, *Stc* Steincanal, *axo* Axialorgan, *axs* Axialsinus, *cep* Cölomepithel.
9. Schnitt durch die Körperwandung und die erste Anlage des Axialorgans und der Genitalrhachis, *germ* Entodermzelleneinstülpung, *axo* Kern des Axialorganes, *St* Steincanal, *lpc* linker, hinterer Abschnitt der Leibeshöhle, *axs* Axialsinus.

Fig. 1—3 nach Ludwig (307), Fig. 4—5 nach Joh. Müller (370), Fig. 6 nach Bury (77), Fig. 7 nach Hamann (213), Fig. 8—9 nach Macbride (Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 38).



1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.



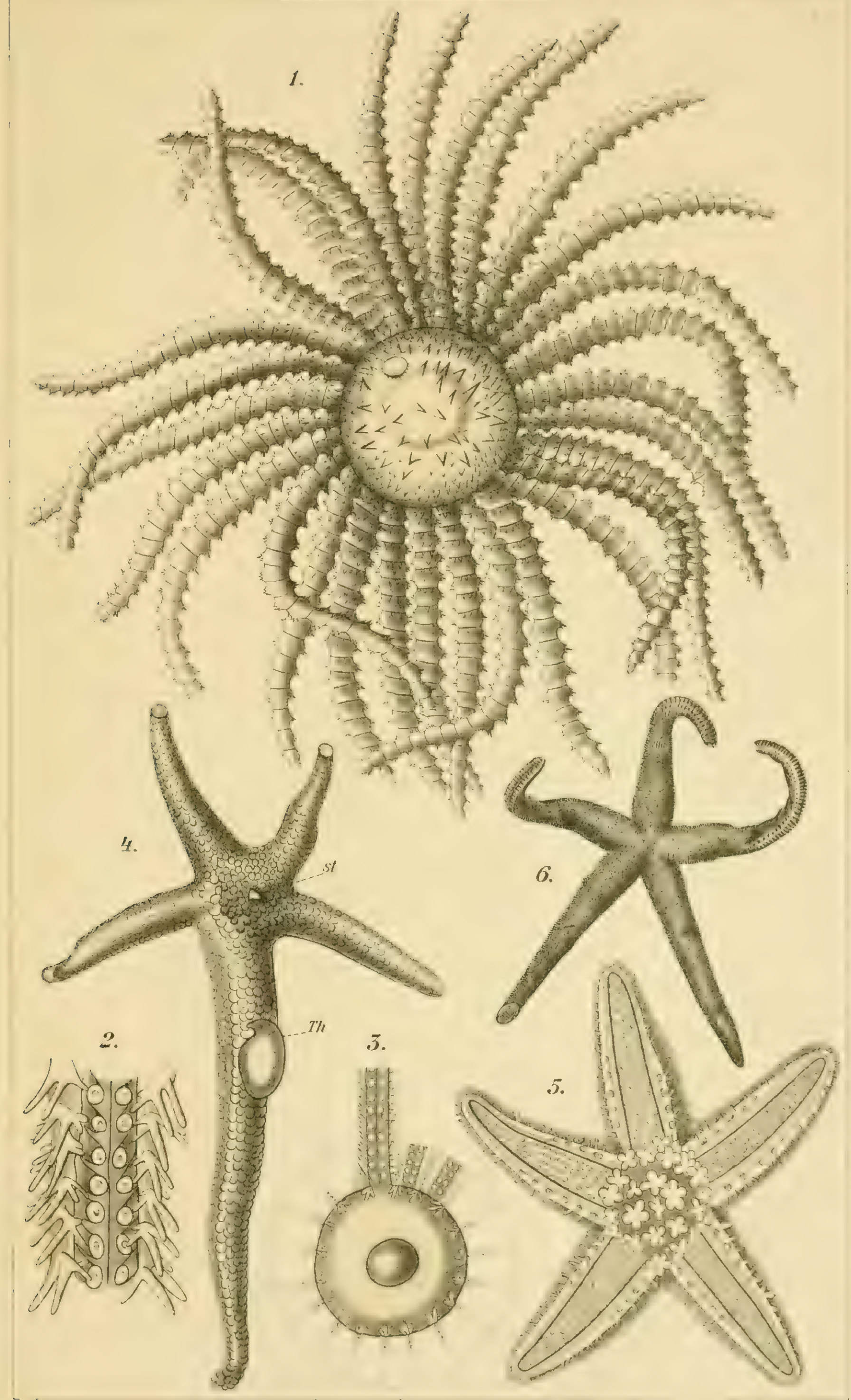
Erklärung von Tafel XI.

Asteroidea; Cryptozonia.

Fig.

1. *Labidiaster radiosus* Lovén, von oben, natürl. Grösse.
2. Stück der Armfurche dess., vergröss., von der halben Armlänge.
3. Ventralseite dess.
4. *Linckia multifora* Lam., mit Stilifer und Thyca behaftet, von oben.
5. *Asterias spirabilis* Bell, wenig vergröss., von unten, die Jungen auf der Mundfläche befestigt zeigend.
6. *Cribrella oculata var. cylindrella* Sladen, von oben, natürl. Grösse.

Fig. 1—3 nach Studer (526), Fig. 4 nach Sarasin (Ergebn. naturw. Forsch. a. Ceylon, Bd. 1. 1887), Fig. 5 nach Perrier (417), Fig. 6 nach Sladen (499).


1.
4.
st
6.
2.
Th
3.
5.



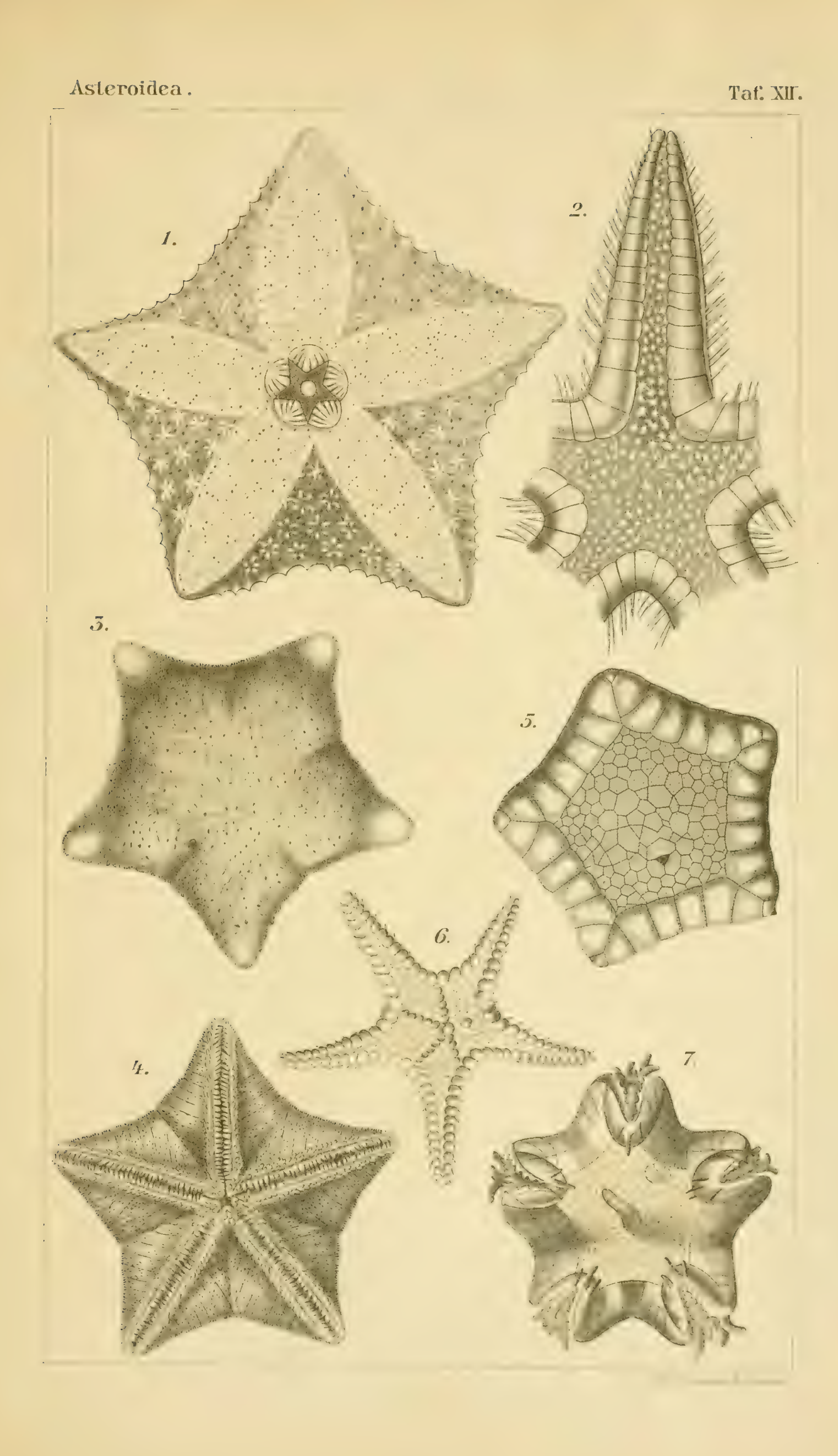
Erklärung von Tafel XII.

Asteroidea; Phanerozonia.

Fig.

1. *Hymenaster graniferus* Slad., von oben, $1^1/_2$ mal vergr.
2. *Astropecten cingulatus* Slad., von oben, 2 mal vergr.
3. *Rhegaster Murrayi* Slad., von oben, 2 mal vergr.
4. *Rhegaster Murrayi* Slad., von unten, 2 mal vergr.
5. *Pentagonaster minor* Koehler, von unten, 2 mal vergr.
6. *Cheiraster pedicellaris* Studer, von oben, nat. Gr.
7. *Porcellanaster tuberosus* Slad., 3 mal vergr.

Fig. 1, 2 nach Sladen (503), Fig. 3, 4 nach Sladen (499), Fig. 5 nach Koehler (Res. scientif. du Caudan, Paris 1896. Taf. 2, Fig. 5), Fig. 6 nach Studer (526), Fig. 7 nach Sladen (503).


1.
2.
3.
5.
6.
4.
7.







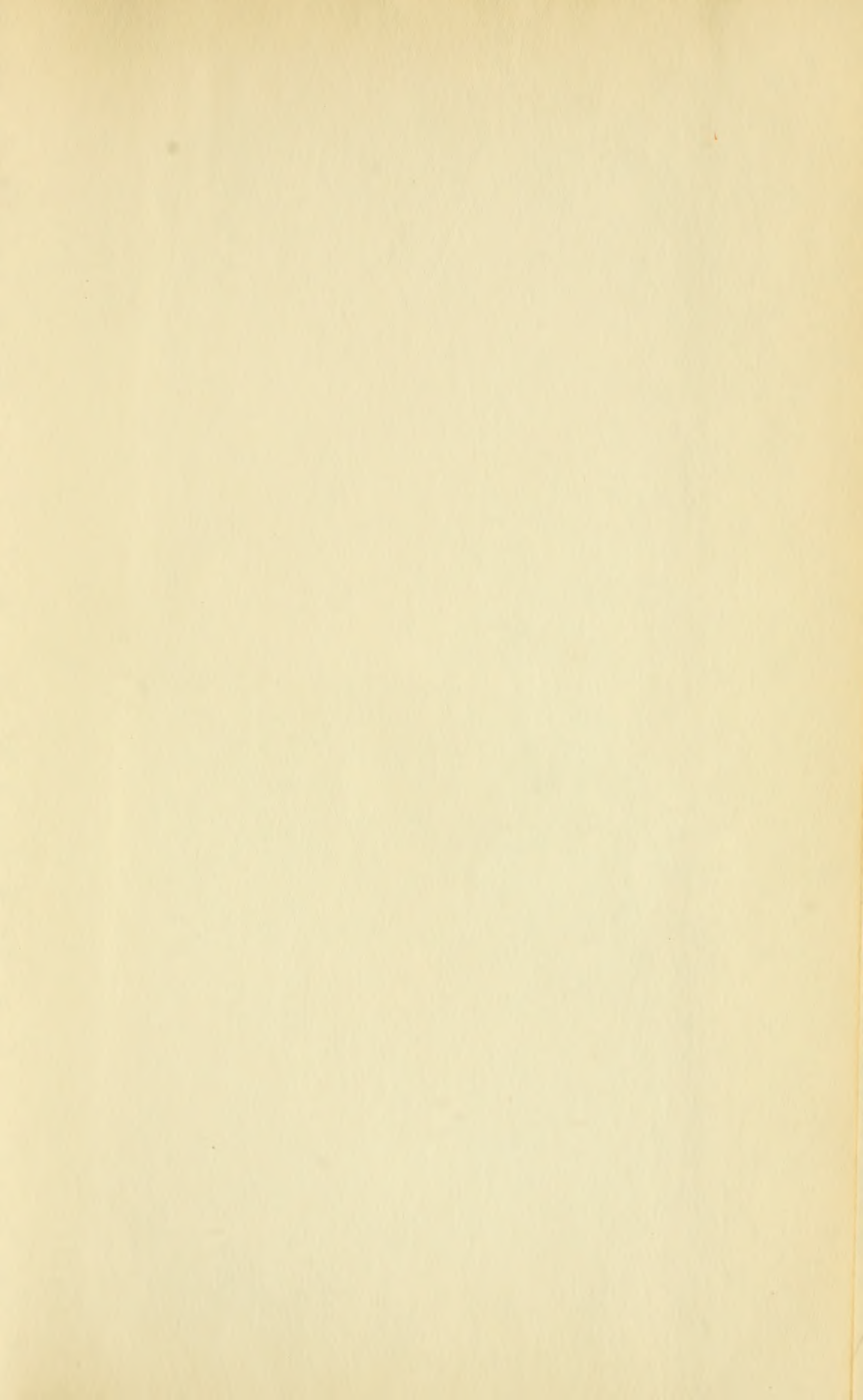


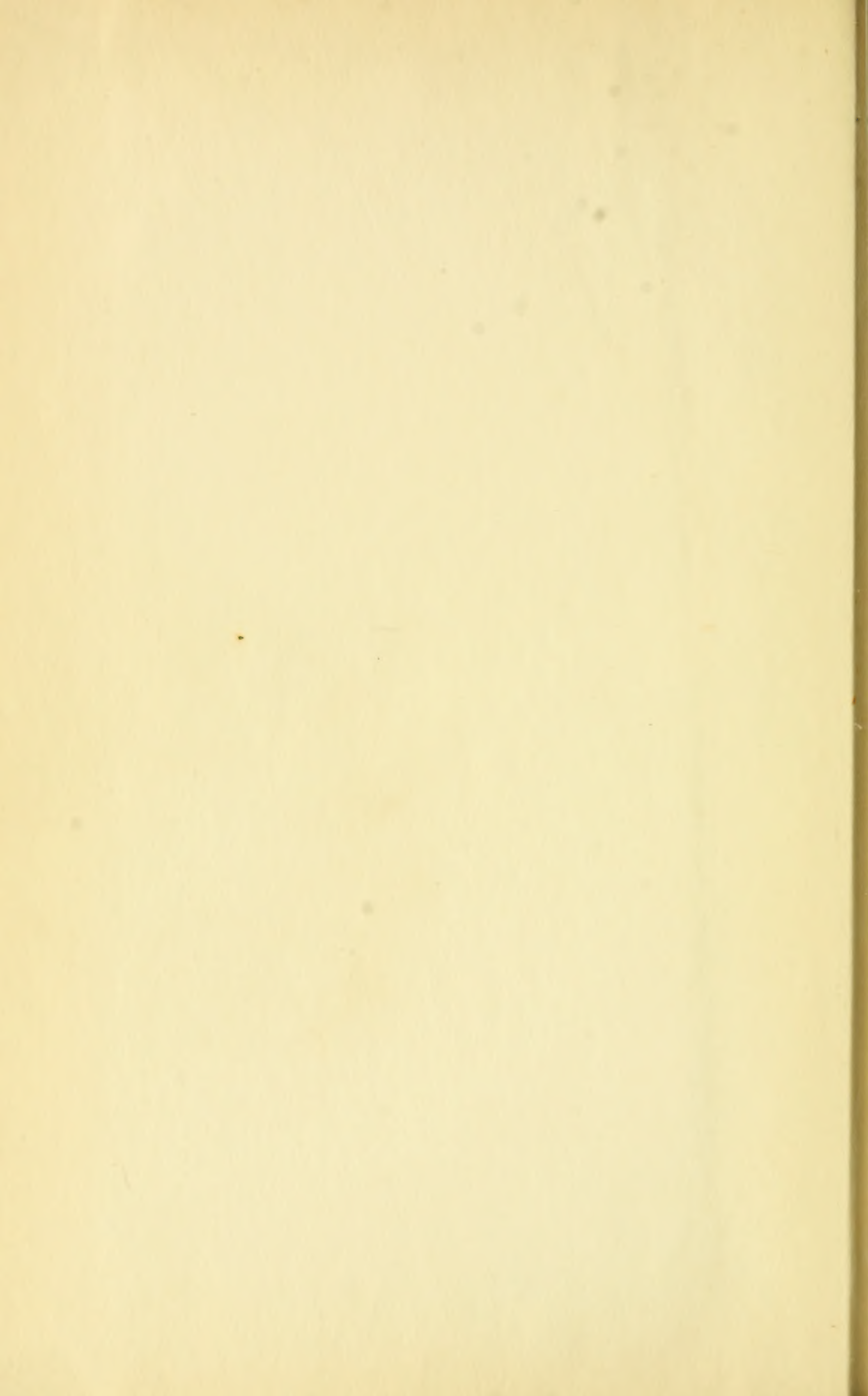


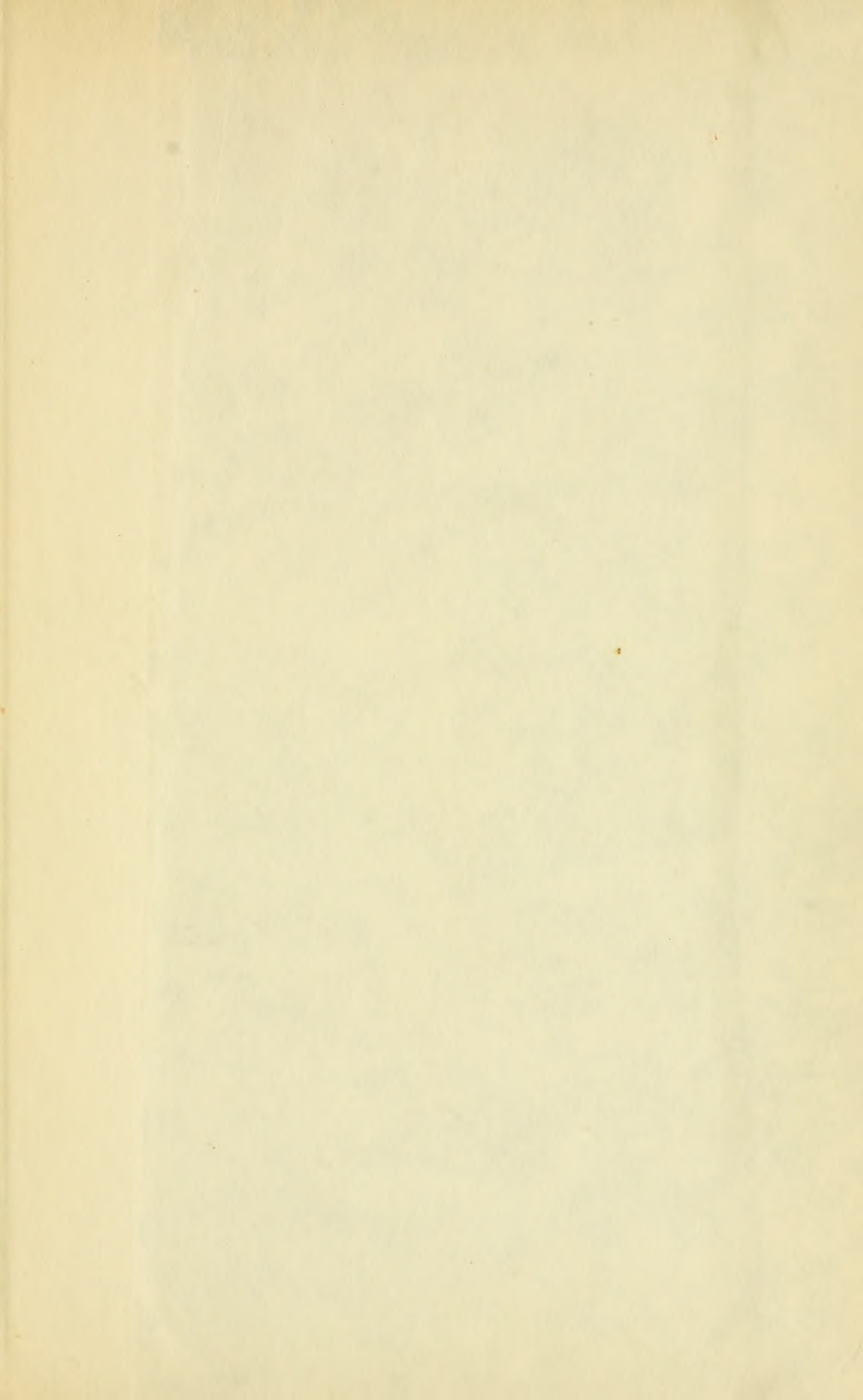













SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00760 1990